ISSN 0376-477X

中華農業研究

第五十一卷　　第三期

目　　次

利用植被反射光譜特徵估測盤固草之化學組成分
..........張芳銘　楊純明　許福星　洪國源… 1

落花生種原抗莢果黑斑病之篩選
..........楊金興　曹文隆　謝光照　何千里　蔡志濃　林俊義　曾富生…12

磷酸根離子對叢枝菌根菌孢子發芽與菌絲生長之影響
..........林素禎　吳繼光…24

金門地區植物寄生性線蟲相調查初報
..........陳殿義　李有世　顏志恒　蔡東纂…31

飼育外米綴蛾的合適飼料量..........吳子淦…39

金門產金花蟲科（昆蟲綱：鞘翅目)昆蟲..........石憲宗　何琦琛　吳文哲…45

臺灣南部地區龍眼害蟲之發生與防治
..........溫宏治　呂鳳鳴　郝秀花　劉政道…56

不同酵母菌應用於金香葡萄釀酒之研究..........楊淑惠　溫宏治…65

中華民國九十一年九月

行政院農業委員會農業試驗所出版

中華民國　臺灣省　臺中縣　霧峰鄉

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 51(3):1~11(2002)

利用植被反射光譜特徵估測盤固草之化學組成分[1]

張芳銘[2] 楊純明[2,4] 許福星[3] 洪國源[3]

摘要：本研究旨在利用近地面光譜遙測技術偵測植被反射光譜，探討盤固草(*Digitaria decumbens* Stent.)植被光譜特徵與粗蛋白質、中洗纖維、酸洗纖維間之關係，並試以建立估測迴歸模式以評估應用於牧草品質檢測之可行性。根據相關強度分析結果，發現反射光譜之各波長反射比與化學組成分(粗蛋白質、酸洗纖維及中洗纖維)之相關並不一致，而大致均以大於 740 nm 之紅外線(光)波段之相關程度較高。據此各化學組成分分別篩檢出近紅外線波段 8 條波帶，進行多元直線複迴歸分析。顯示粗蛋白質可由 1893、1332、1731 及 1837 nm 等波長之反射比構成之四元直線複迴歸程式估算，其 R^2=0.293 ($P<0.0001$)；酸洗纖維可由 1038 及 1663 nm 等波長構成之二元直線複迴歸程式估算，其 R^2=0.484 ($P<0.0001$)；而中洗纖維則可由 1450 及 2385 nm 等波長構成之二元直線複回歸程式估算，其 R^2=0.173 ($P<0.0001$)。這些複迴歸模式之估測值與化學分析之實測值顯示近似於 1：1 的驗證結果，可據以利用於提供粗略估測或追蹤盤固草植被之化學組成分及其變異等用途。

關鍵詞：植被反射光譜、光譜特徵、盤固草、多元直線複回歸分析、化學組成分。

前　言

盤固草(*Digitaria decumbens* Stent.)是目前臺灣地區主要栽培牧草之一[1]，北部地區的盤固草以每年的四到九月爲盛產期，冬季及早春則因溫度較低使其植株生長停滯；南部地區的盤固草雖亦以夏天生長較速，惟冬季氣溫尙容許植株繼續生長，所以在灌溉水充裕及氣候乾燥處，由於市場因素反而成爲該地區盤固草之牧草主要生產季節[1,7]。一般言之，牧草的品質與營養價値受到品種、土壤肥力、氣候、降水量與成熟度的影響[3]，而影響盤固草之牧草品質最主要的因子爲割刈期[2,4,5]。在盤固草植株開花前至開花後，粗蛋白質(crude protein，CP)明顯的下降，而酸洗纖維(acid detergent fiber，ADF)及中洗纖維(neutral detergent fiber，NDF)則明顯的提高。通常開花前之粗蛋白質約 8-13%，酸洗纖維約 35-38%，中洗纖維約 67-70%；開花後，粗蛋白質降至 2-7%，酸洗纖維多大於 42%，中洗纖維則大於 72%。此外，冬季生長期之牧草粗蛋白質、酸洗纖維及中洗纖維普遍較其他季節者爲高，其中酸洗纖維及中洗纖維較高之原因係由於冬季植株生長慢而達到割刈期較長所致，而粗蛋白質乃因冬季植株較爲矮小致使植體內發生氮素濃縮效應而提高其單位重量之相對濃度。臺灣地區生產之盤固草牧草品質普遍不佳，經調查後發現約 60%樣品其粗蛋白質介於 5-7%，酸洗纖維介於 40-43%，中洗纖維則多數介於 71-73%，顯示割刈期大多過晚，造成粗蛋白質偏低而酸洗纖維及中洗纖維偏高[3]。因此，如何以

1. 行政院農委會農業試驗所研究報告第 2116 號。接受日期：91 年 7 月 3 日。
2. 本所農藝組助理研究員、研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 行政院農委會畜產試驗所飼作組研究員兼組長、副研究員。臺灣省　臺南縣　新化鎭。
4. 通訊作者，電子郵件：cmyang@wufeng.tari.gov.tw；傳眞機：(04)23396057。

客觀而正確的方法決定適當割刈期，以提高盤固草之牧草品質，實爲現階段盤固草生產者亟待解決之重要問題。

動物活體的消化試驗是判定牧草營養價值最傳統的方法，然此一方法極耗費人力、時間與金錢，因此遂發展出各種實驗室方法予以估測，但仍需以動物試驗做基礎研判。如前述，牧草的成分受很多因素的影響，變化甚大，而每一批牧草要完成消化試驗實在有困難，甚至作實驗室的估測也不容易。此外，牧草的成分與其營養價值有關，因此常常利用成分來預估其營養價值作爲日糧平衡的參考[2]。盤固草的營養價值亦以動物試驗最準確，但緩不濟急，而且其成分變異頗大，惟以酸洗纖維的含量對營養價值的影響最大。所以，發展可靠而快速的方法來分析酸洗纖維含量來作營養價值的預估，在盤固草之牧草利用上十分重要，可作爲日糧平衡之依據[8]。

近紅外線反射光譜分光儀(near infrared reflectance spectroscopy,簡稱 NIRS)是近年來常用於分析物質成分之主要儀器之一，其原理係利用近紅外線波段之光輻射照射在物質上，由於物質內分子的運動，不同官能基將吸收不同波長之光能，而形成各種不同的反射光譜。再配合相對應適當電腦軟體，將光譜與物質化學分析數據做複迴歸，求出成分含量與反射值之迴歸方程式(即所謂檢量線)。檢量線建立以後，將未知成分含量之樣品送入 NIRS 儀器中，經由反射光譜分析即可估測出樣品之各種成分含量[8]。此一方法最近幾年已經被廣泛的利用，作爲包括牧草在內的品質分析工具，其優點如次: (1)可快速測定，且可同時測定多種樣品；(2)樣品處理簡單，操作簡便不需化學前處理；(3)對樣品不具破壞性，樣品可重複使用[11]，其缺點係無法在田間進行大面積非破壞檢測。

輻射光譜層(分)析技術(spectroradiometry)乃現代化物理性技術之一，亦利用偵測之物體反射光譜，首先篩檢出物體之物理或化學徵狀相關之光譜特徵，再建立光譜特徵模式作爲未來估測用途。此技術常被使用於遙感探測(remote sensing)被測物(形)體外表之光學特性，稱之爲光譜遙測(spectral remote sensing)，以評估該物(形)體外觀之徵狀或當時之狀態。進一步言之，即從所偵測物(形)體因物理結構及化學組成對光輻射之吸收、穿透與反射等特性，來瞭解該物(形)體形諸於外之物理徵狀，進而研判其當時所處之狀態與周遭景況。在光學特性之中，以反射(reflection)性質之偵測與分析較爲簡易可行，無論係雙向主動或單向被動的量測，均可輕易的利用感測元件偵測到反射波長(wavelength)及其輻射強度(radiative intensity)之關係，獲得所謂的「反射光譜特徵曲線」。再由辨識此一曲線之光譜特徵與被測物(形)體特定外觀物理徵狀之關係及相關強度，解析被測物(形)體之外觀形象，評斷周遭環境之效應及造成之影響。由於物(形)體外觀徵狀除了反映其表面特徵之外，亦同時受到其內容物組成與進行之物化反應所左右，且可能受環境因子干擾隨著時空變異而改變。物體之內容物組成與進行之物化反應，可能改變該物體之外觀徵狀，包括體形、面積、顏色、光澤、粗細、及構造等項目，導致明顯外觀徵狀差異而影響反射光譜[6]。在農業化學及品質分析上，可以此一技術將與物體特定化學組成有關之光譜特徵建立迴歸關係，即該化學組成分與其光譜特徵之迴歸模式(regression model)，作爲利用光譜特徵估測該化學組成物之檢量線。當建立具有代表性與包容性的檢量線後，未來即可應用此檢量性與技術系統進行對該物體之破壞性或非破壞性的檢測與估測，估算出此一化學組成物的數量。光譜遙測具有快速、簡單、非破壞性、大面積及大量偵測的優點，並隨著不等空間遙測平台，擴大偵測地區面積。

本文研究在於利用近地面光譜遙測偵測盤固草植被反射光譜，配合實驗室近紅外線反射光譜分光儀之量測與分析，探討盤固草植被光譜特徵與粗蛋白質、中洗纖維、酸洗纖維間之關係，建立估測迴歸模式，評估其應用於盤固草之牧草品質檢測可行性。

材料與方法

田間試驗

本項田間試驗選擇位於臺南縣新化鎮之行政院農委會畜產試驗所 ($23^0$04'N, $120^0$26'E, 海拔高度 31 m)之試驗農場進行，包括 1999 年夏季、秋季及 2000 年春季、夏季、秋季等五個生長季。參試盤固草品系爲現行常用之 A254，新化之盤固草牧草地已栽培達十年，土壤質地是砂質壤土。試區土壤酸鹼值約 pH 4.8，屬於酸性土壤。試驗場地被規劃成四個重覆試區，每一重複試區是 1.2 ha。

試驗期間之施肥方法係依照當地長期使用之作法，在進行本項試驗之前於前期割刈後施用臺肥一號複合肥料($N:P_2O_5:K_2O$=20%:5%:10%，臺灣肥料公司，高雄市) 200 kg ha^{-1} 當基肥，以後於每一次生長季節割刈後施用尿素(臺灣肥料公司，高雄市)200 kg ha^{-1}，每二次生長季節割刈後施用磷肥(P_2O_5) 50 kg ha^{-1} 及鉀肥(K_2O) 75 kg ha^{-1}。除了天然降水外，試驗期間牧草試區並未實施人工灌溉，且不施用農藥。在割刈後之植株生長初期，若發現雜草影響測點，即用手拔除以減少雜草對盤固草生長及植被光譜偵測之干擾。

植被光譜之偵測

近地面盤固草植被反射光譜偵測係自前季刈取後開始，約間隔二週偵測一次，直至達到割刈期爲止，如此爲一生育期循環。偵測時，避免土壤背景效應對植被光譜之干擾，並於上午十時至下午一時期間選擇晴朗或近於無雲時段進行。將田間攜帶式高解析輻射光譜層析儀（spectroradiometer, model GER-2600, Geophysical ＆ Environmental Research Crop., New York, USA）置於盤固草植被上方水平約 1.5 m 處進行波長範圍 350-2500 nm 之反射光譜掃描[23]。此儀器具有 10 度視角(FOV)，在 300-1050 nm 範圍頻譜間距 1.5 nm，1050-2500 nm 範圍頻距約 11.5 nm。每一重複試區至少偵測 12 測點，每一測點取連續掃描三次之平均值，取所有測點之均值光譜曲線爲試區代表值。此光譜儀量測入射光之光輻射，以盤固草植被反射光輻射及標準白板 ('Spectralon', Labsphere, Inc., North Sutton, NH, USA)反射光輻射計算反射比，獲得盤固草植被之反射比光譜。

將反射光譜波長範圍內各波長反射比與各天取樣量測化學組成分(粗蛋白質、中洗纖維、酸洗纖維)進行簡單直線相關強度分析(correlation intensity analysis)，以瞭解各波長反射比與化學組成分之關係，並篩檢相關性高之特徵波長。再將各波段特徵波長與化學組成分進行多變數(元)直線複迴歸分析(multiple linear regression analysis)，以篩檢與各化學組成分高相關之主要光譜特徵，並建立迴歸模式。統計分析係利用 SAS 統計軟體，主要包括直線複迴歸分析及 t 測驗分析(t-test)。

近紅外線反射光譜分光儀(NIRS)測定

每一生長季配合盤固草植被光譜之偵測，採取測點盤固草植株青割樣品，樣品經 95℃烘乾後，先磨成 2 mm 左右之顆粒，再以 Cyclon mill 附 1 mm 之篩網再研磨一次，以獲得小於 1 mm 顆粒之大小均一分析樣品。在利用 NIRS (Technicon Infra Analyzer model 450, BRAN and RUBE Corp., USA)掃描前，先以 80℃ 烘乾 12 小時，以求樣品水分均一，冷卻後即以 NIRS 進行掃描。NIRS 掃描後即以其所附電腦軟體分析粗蛋白質、中洗纖維及酸洗纖維含量。

結果與討論

欲利用植被光譜特徵估測盤固草地上部植體(牧草)之化學組成，首先需要瞭解反射光譜之各波長反射比與化學組成分之關係，找出與化學組成分相關之特徵波長，本研究乃進行盤固草植被反射光譜與其牧草品質有關之三主要化學組成分(粗蛋白質、酸洗纖維、中洗纖維)之相關強度分析。根據分析結果(圖 1)，發現反射光譜波長範圍之各波長(窄波段)反射比與化學組成分之相關強度並不一致，且相

關係數或正或負。平均而言，在此三個主要化學組成分中，以中洗纖維(NDF)之相關強度較低，酸洗纖維(ADF)及粗蛋白質(CP)較高，而大致均以大於 740 nm 之紅外線(光)波段之相關程度較高。其中，ADF 與植被反射光譜之 1224 nm 波長反射比具有最大線性相關(r=0.661**)，CP 與植被反射光譜之 1837 nm 波長反射比具有最大線性相關(r=0.461**)，而 NDF 則與植被反射光譜之 2385 nm 波長反射比具有最大線性相關(r=0.305**)。若以二次曲線進行分析，則與各化學組成分關係最高之波長位置稍有改變，最大決定係數(R^2)之波長在 ADF、CP 及 NDF 分別爲 1038、1193 及 2385 nm(圖 2)。

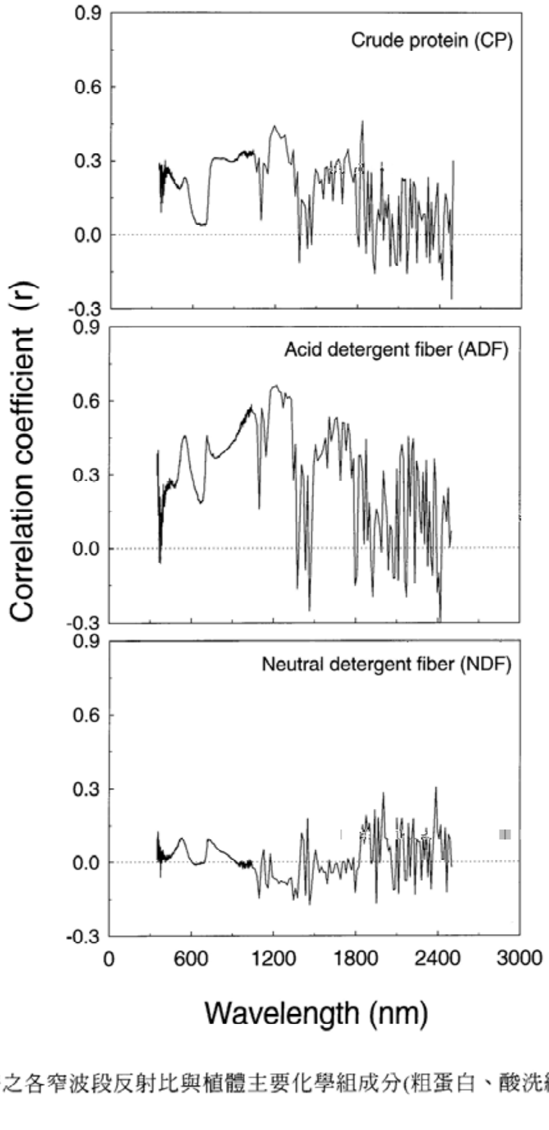

圖 1. 盤固草植被反射光譜之各窄波段反射比與植體主要化學組成分(粗蛋白、酸洗纖維、中洗纖維)之相關強度分析。

Fig.1. The correlation intensity analyses of spectral reflectance to chemical components in forage of pangolagrass grown in the experimental field at Hsinhua headquarters of Taiwan Livestock Research Inastitute in the growing seasons of 1999 and 2000.

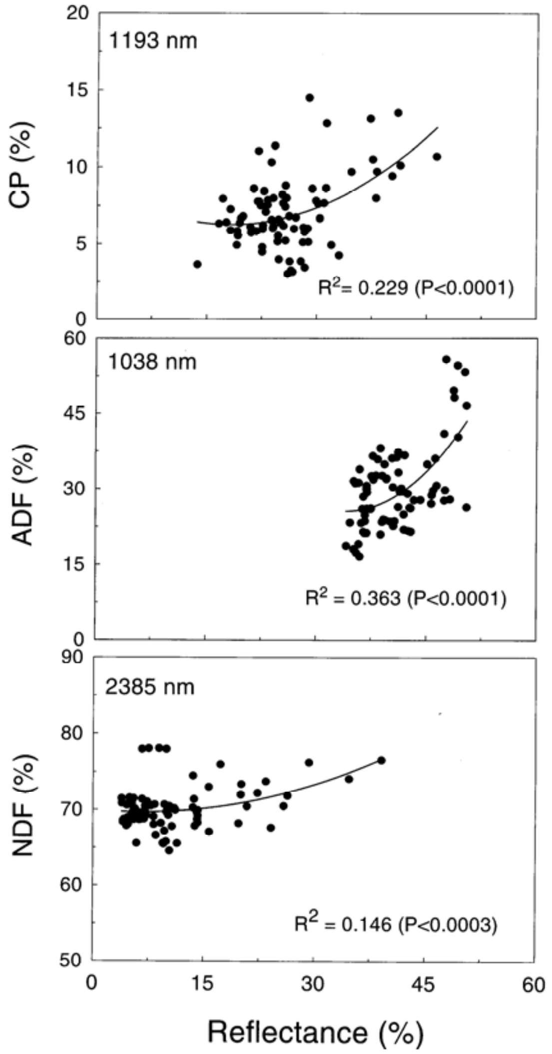

圖 2. 盤固草植被反射光譜之特定窄波段反射比與植體主要化學組成分(粗蛋白、酸洗纖維、中洗纖維)之曲線關係。

Fig. 2. The relationships between chemical components of pangolagrass and spectral reflectance of the selected wavelengths from canopy reflectance spectra. CP: crude protein, ADF: acid detergent fiber, and NDF: neutral detergent fiber.

又根據圖 1，各分別篩檢出近紅外線波段 8 條波帶(表 1)，以模擬盧及許(1998)以近紅外線反射光譜分光技術利用多條近紅外線波長反射比對盤固草化學組成分之測定。由植被光譜中主觀篩選出紅外光波段(740-2500 nm)較高相關係數之若干特定窄波段，如表 1，以進行多變數直線迴歸分析。其中，CP 及 ADF 和盤固草植被反射光譜約 1000-1850 nm 波段區域之反射比具有較大的線性相關強度，NDF 則和反射光譜約 1450~2400 nm 波段區域之反射比有較大的線性相關強度，經多變數直線複相關分析

結果如表 2。由表 2，CP 之最佳四元直線迴歸模式包括 1893、1332、1731 及 1837 nm 等四窄波段，其等之反射比構成之四元直線複程式之決定係數 R^2 爲 0.293 (P<0.0001)；ADF 可由 1038 及 1663 nm 等二窄波段之反射比構成之最佳二元直線複迴歸程式估算，其 R^2 爲 0.484 (P< 0.0001)；而 NDF 可由 1450 及 2385 nm 等二窄波段之反射比構成之最佳二元直線複迴歸程式估算，其 R^2 爲 0.173 (P<0.0001)。利用表 2 之多元直線複迴歸程式，可將特徵波長(窄波段)之反射比透過迴歸程式估測盤固草植被之化學組成分 CP、ADF 及 NDF，或追蹤化學組成分之變異，提供參考。雖然增加變數，但結果顯示並未明顯增加決定係數(資料未列出)。

爲瞭解化學組成分之估測值與實測值之關係，再以直線複迴歸模式之估測值與化學分析之實測值進行模型圖形比較(圖 3)。由圖 3 顯示近似於 1：1 的驗證結果，又繼續進行估測值與實測值之 t 測驗分析，結果如表 3A、3B 及 3C。t 測驗分析所示，估測值與實測值之間並無顯著性差異。因此，經由直線複迴歸模式計算之估測值確能代表本項試驗之化學分析得到之化學組成分測值。

本研究以近地面遙測盤固草植被反射光譜所篩檢之紅外線波段光譜特徵，經統計分析得到之化學組成分(CP、ADF 及 NDF)直線複迴歸模式之決定係數(分別爲 0.293、0.484 及 0.173)，皆小於盧及許[8]

表 1. 從盤固草植被反射光譜中主觀篩選之光譜特徵，以進行植體主要化學組成分之多變數(元)直線迴歸分析

Table 1. The selected characteristic wavelengths from the reflectance spectrum of pangolagrass for multiple linear regression analysis with the chemical components of the plant

CP^z	r	ADF	r	NDF	r
1038 nm	0.343	1038 nm	0.583	1450 nm	0.178
1193 nm	0.442	1113 nm	0.563	1876 nm	0.188
1286 nm	0.342	1224 nm	0.661	1940 nm	0.211
1332 nm	0.345	1316 nm	0.617	1965 nm	0.180
1607 nm	0.299	1607 nm	0.533	2003 nm	0.281
1663 nm	0.309	1663 nm	0.532	2101 nm	0.179
1731 nm	0.346	1704 nm	0.510	2138 nm	0.178
1837 nm	0.461	1744 nm	0.504	2385 nm	0.305

^{z} CP: crude protein ; ADF: acid detergent fiber ; NDF: neutral detergent fiber.

表 2. 盤固草植被反射光譜之光譜特徵與植體主要化學組成分(粗蛋白、酸洗纖維、中洗纖維)之多變數(元)直線迴歸分析結果

Table 2. Summary of multiple linear regression analysis for relationships between forage chemical components (Y: crude protein, acid detergent fiber and neutral detergent fiber) of the plant and spectral reflectance of pangolagrass in the near infrared region

Component^z	$Y=aX_{\lambda1}+bX_{\lambda2}+cX_{\lambda3}+dX_{\lambda4}+e$					N	R^2	P
	a	b	c	d	e			
CP	0.250	-2.348	0.050	0.628	4.011	80	0.293	<0.0001
ADF	0.255	2.975			27.654	80	0.484	<0.0001
NDF	0.195	-0.200			70.240	80	0.173	<0.001

^{z} CP: crude protein, λ 1=1893 nm, λ 2=1332 nm, λ 3=1731 nm, and λ 4=1837 nm；ADF: acid detergent fiber, λ 1 =1038 nm and λ 2=1663 nm；NDF: neutral detergent fiber, λ 1=2385 nm and λ 2=1450 nm.

以 NIRS 獲得迴歸模式之決定係數(分別爲 0.96、0.82、0.88)。顯然的，直接從牧草試區偵測之植被反射光譜所建立的光譜特徵模式估測值準確性，將遠低實驗室精確處理過程並採行 NIRS 量測所建立檢量線之估測值。此一結果是可預期的，天然牧草地爲一綜合多因子交感效應之環境，盤固草植被有複雜的色澤、形態與植體結構，生長條件、生理反應及植株年齡互異，當然植體化學組成分之含量、比例與分佈各不相同，影響以植被光譜特徵建立之迴歸模式準確度。實驗室樣品經過混合、處理與篩選，顆粒大小與排列、水分含量、以及組成分濃度與分佈皆趨於均一，因此掃描之反射光譜直接而充分反映樣品之實際狀況，以 NIRS 建立之檢量線準確度及穩定度當然較高。

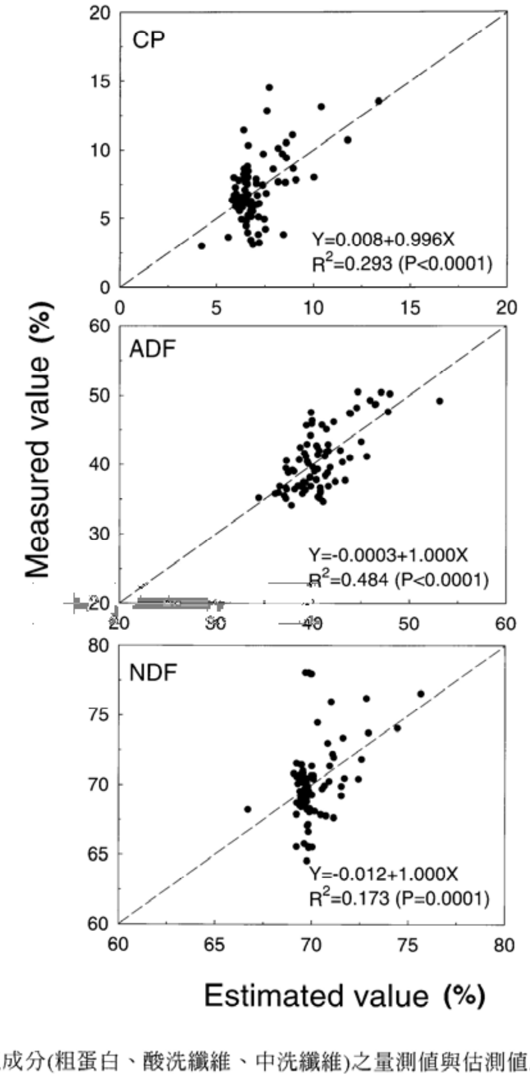

圖 3. 盤固草植體主要化學組成分(粗蛋白、酸洗纖維、中洗纖維)之量測値與估測値之相關。

Fig. 3. Correlation between the measured and the estimated values of chemical components (CP: crude protein; ADF: acid detergent fiber; NDF: neutral detergent fiber) of pangolagrass grown in the experimental field at Hsinhua headquarters of Taiwan Livestock Research Institute in the growing seasons of 1999 and 2000.

表 3A. 盤固草植體粗蛋白之量測值與估測值之 t-檢定分析結果

Table 3A. The results of t-test for comparing the measured and the estimated values of crude protein (CP) contents in the plant of pangolagrass

Item	Measured value	Estimated value
Mean	7.0681	7.0625
Variance	5.8047	0.0120
N	80	80
df	79	
∣ t-test ∣	0.0811	
P(T<=t) one tailed	0.4678	
$t_{0.05,80}$	1.6644	
P(T<=t) two tailed	0.9356	
$t_{0.05/2,80}$	1.990	

表 3B. 盤固草植體酸洗纖維之量測值與估測值之 t-檢定分析結果

Table 3B. The results of t-test for comparing the measure and the estimated values of acid detergent fiber (ADF) content in the plant of pangolagrass

Item	Measured value	Estimated value
Mean	40.7782	40.7782
Variance	20.4757	9.9078
N	80	80
Df	79	
∣ t-test ∣	0.000012	
P(T<=t) one tailed	0.49995	
$t_{0.05,80}$	1.6644	
P(T<=t) two tailed	0.99999	
$t_{0.05/2,80}$	1.99045	

表 3C. 盤固草植體中洗纖維之量測值與估測值之 t-檢定分析結果

Table 3C. The results of t-test for comparing the measured and the estimated values of neutral detergent fiber (NDF) content in the plant of pangolagrass

Item	Measured value	Estimated value
Mean	70.1755	70.1748
Variance	8.6917	1.5556
N	80	80
df	79	
∣ t-test ∣	0.002563	
P(T<=t) one tailed	0.49898	
$t_{0.05,80}$	1.6644	
P(T<=t) two tailed	0.99796	
$t_{0.05/2,80}$	1.99045	

惟本研究結果顯示，植被光譜特徵模式仍能合理的估測當時植體內化學組成分的含量，提供估測值。因此，光譜遙測所建立之光譜特徵模式仍有其適用性，尤其快速、非破壞性、大面積及大量偵測等特點，在探知牧草割刈前之品質評估和空間變異分佈上，符合實務需求。由於決定牧草收穫品質良窳的因素有基因型、環境、栽培管理、成熟度等(10,15,16,21)，乃至於收穫後之調製方式、儲存條件及時間等(12,13,14,20,22)。利用光譜遙測初步衡量牧草品質後，吾人可予牧草地大略分級割取，再藉由適當的調製方法提高收穫物品質，增進生產牧草之品質與收益。

Abrans (1985)說明取樣技術及樣品代表性是造成 NIRS 分析誤差的二大因素，在光譜遙測亦是相同。在未來的牧草生產與化學組成分估測研究上，建議可以再收集更多的光譜資料與化學分析數據，並試以區分生長階段或縮小擬估測時期，如此將可以增進模式估測之準確度。因爲植體之化學組成分及其相互比例，在一天中的不同時段或者生長季節中的不同生長階段可能有相當的差異，混合全生育期的資料合併分析試圖獲得普遍原則，然恐將拉大變異區間而減少準確度。又反射光譜的分析，可以分從更多角度與選擇不同方法進行，但必須符合生物物理(biophysical rationale)現象解釋與推演，方可更清楚闡述光譜特徵被篩選之原因及所建立光譜特徵模式之架構與邏輯。Montgomery and Peck (1982)、Newell and Lee (1981)和 Neter et al. (1996)等均指出，利用近紅外線分析稻米品質，經由逐步迴歸建立檢量線的統計方法，其所選出對化學值重要的波長之間常存在嚴重的多元共線性(multi-collinearity)問題，因此易導致迴歸係數估計上的不穩定。由於變數間高度相關，雖不會影響化學值估測的準確度，惟確會使得迴歸係數的標準機差過度膨脹，造成迴歸係數估值不穩定情況，導致無法得知眞實迴歸係數的精確訊息。進行光譜遙測篩選光譜特徵再進行統計分析，亦有相同狀況發生，故尋求最適的統計分析方法以獲得最佳且最適的波長組合模式，應予再檢討。

誌　　謝

本文研究承行政院農委會農業試驗所經費補助(90 農科-4.1.1-農-C1)，特以致謝。

引用文獻

1.卜瑞雄。1996。土壤水分含量對盤固草產量與成分之影響。畜產研究 29（2）：123-128.

2.李春芳、卜瑞雄、施意敏、陳茂墻。1991。盤固草 A254（Digitaria decumbens, A254）不同生育期之營養價值。畜產研究 24：59-65.

3.陳嘉昇、顏素芬、王紓愍、成游貴。1997。盤固草酸洗纖維中洗纖維及粗蛋白質影響因素之探討：季節、地區與基因型之相對效應。畜產研究 30：237 249.

4.陳建富、謝文彰。1994。收刈頻度對於盤固草生長及土壤性質的影響。畜產研究 27（4）：285-292.

5.葉茁田。1990。不同割其對盤固草品系產量及品質的影響。畜產研究 23（1）：57-60.

6.楊純明。1997。輻射光譜及紅外線熱像技術在農作物生產上之應用。中華農業氣象 41:1-10.

7.許福星、洪國源、鄭俊哲。1996。氣象因子及灌溉對盤固草生產力及乾草品質之影響。中華農業氣象 3（4）：209-215.

8.盧啓信、許福星。1998。以近紅外光分析儀（NIRS）測定盤固草之粗蛋白質、酸洗纖維及粗纖維。畜產研究 31（1）：77-85.

9.Abrans, S. M. 1985. Analysis procedure：Sampling. p.22. Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS)：Analysis of Forage Quality. Edited by G. C. Martun et al., USDA. Agric. Res. Serv. Agric. Hand. No.643. Maryland, USA.

10.Alexander, R. A., J. F. Hentges, Jr., J. T. McCall, H. W. Lundy, N. Gammon, Jr., and W. G. Blue. 1961. The nutritive value of fall harvested Coastal Bermuda grass hays as affected by rate of nitrogen fertilization and stag of maturity. J. Animal Sci. 20：93.

11.Day, M. S. and F. R. B. Fean. 1982. Near infrared reflectance as an analytical technique. Part I History and development. Labo. Practice 31：350-352.

12.Deinum, B., A. J. H. van Es, and P. J. van Soest. 1968. The influence of light density, temperature and nitrogen on in vivo digestibility of grass and the prediction of these effects from some chemical product. Netherlands J. Agric. Sci. 16：217

13.Gustavsson, A. M., J. F. Angus, and B. W. R. Trossell. 1995. An integrated model for growth and nutritional value of timothy. Agric. Syst. 47：93-105.

14.Hirata, M. 1993. Response of bahiagrass sward to cutting height. J. Japan. Grassl. Sci. 183-195.

15.Lippke, H. 1980. Forage characteristics related to intake, digestibility and gain by ruminants. J. Ani. Sci. 50：952.

16.Lloyd, L. E., H.0000000 F. M. Jeffers, E. Donefer, and E. W. Crampton, 1961. Effect of four maturity stages of Timothy hay on its chemical composition, nutrient digestibility and nutritive value index. J. Ani. Sci. 20：468.

17.Montgomery, D. C. and E. A. Peck. 1982. Multicollinearity. p.287-346. In: Introduction to linear regression analysis. Wiley Interscience, New York, U.S.A.

18.Newell, G. J. and B. Lee. 1981 Ridge regression: an alternative to multiple linear regression for highly correlated data. J. Food Sci. 46：968-969

19.Neter, J., M. G. Kutner, C. J. Nachtsheim, and W. Wasserman. 1996. Applied Linear Statistical Models. 4th ed. IRWIN, U.S.A.

20.Sanderson, M. A. and W. F. Wedin. 1988. Cell wall composition of alfafa stems at similar morphological stages and chronological age during spring growth and summer regrowth. Crop Sci. 28：342-347.

21.Vena, L. C., G. A. Jung, R. L. Reid, and W. C. Sharp, 1984. Nutritive value of Warm-season grass hays for beef cattle and sheep：digestibility, intake and mineral utilization. J. Animal Sci. 59：1582.

22.Van Soest, P. J., D. R. Mertens, and B. Deinum. 1978. Preharvest factors in factors influencing quality of conserved forage. J. Animal Sci. 47：712-720.

23.Yang, C.-M., F.-M. Chang, K.-Y. Hong, F.-H. Hsu, Y.-M. Shy, and R.-H. Buu. 2001. Estimation of Digitaria decumbens Stent. Growth from spectral characteristics and vegetation index. p.343-348. The Third European Conference on Precision Agriculture. Vol.1. G. Grenier and S. Blackmore, eds. Agro Montpellier, Ecole Nationale Superieur de Montpellier. Montpellier, France.

Estimation of Chemical Components of Pangolagrass Forage from Canopy Spectral Characteristics[1]

Fang-Ming Chang[2], Chwen-Ming Yang[2,4], Fu-Hsing Hsu[3] and Kuo-Yuan Hong[3]

Summary

Ground-based remotely sensed canopy spectral data of hyperspectral resolution were acquired at the experimental field of Taiwan Livestock Research Institute, Hsinhua, to study the spectral characteristics of pangolagrass (*Digitaria decumbens* Stent) in associated with chemical components (crude protein, acid detergent fiber and neutral detergent fiber). From the results of correlation intensity analyses, there were varied correlation coefficients between spectral reflectance and content of chemical components along the measured wavelength domain (350-2500 nm). In general, reflectance of wavelengths greater than 740 nm in the infrared region had higher correlation with chemical components. Eight wavebands in the infrared were selected for each component to run the multiple linear regression analyses. It indicated that contents of crude protein (CP) may be expressed as a function of reflectance at 1893,1332,1731 and 1837 nm with coefficient of determination (R^2) of 0.293 ($P<0.0001$). The contents of acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) may be expressed as functions of reflectance at 1038 and 1663 nm and at 1450 and 2385 nm, with R^2 of 0.484 ($P<0.0001$) and 0.173 ($P<0.0001$), respectively. It is suggested that the changes of chemical components of pangolagrass may be estimated and monitored by these regression models.

Key words: Canopy reflectance spectrum, Spectral characteristics, Pangolagrass, Multiple linear regression analysis, Chemical component.

1. Contribution No.2116 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: July 3, 2002.
2. Assistant Researcher and senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan, ROC.
3. Research fellow and department head, and associate research fellow, Department of Forage Crops, Taiwan Livestock Research Institute, Tainan Hsien, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, E-mail: cmyang@wufeng.tari.gov.tw ; Fax:(04)23396057.

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 51(3):12~19(2002)

落花生種原抗莢果黑斑病之篩選[1]

楊金興[2,5] 曹文隆[2] 謝光照[2] 何千里[2] 蔡志濃[2] 林俊義[3] 曾富生[4]

摘要：以農業試驗所保存之落花生種原 1182 個及育成的高級品系 60 個，合計 1242 個品種(系)，從 1996 年秋作至 1998 年秋作，每年春秋二期作在雲林縣元長鄉感病田進行抗莢果黑斑病篩選；結果顯示落花生植物型間的莢果黑斑病罹病度有差異，平均以 Spanish type 稍低；而地區間則以美洲的品種較具抗病。種原篩選獲得 5 個較抗病品系，其中 4 個屬於 Valencia (VA111、VA114、VA220、VA221)，1 個為 Virginia bunch (VB186)，均來自美洲，將來可做為育種之材料。

關鍵詞：落花生、種原、抗莢果黑斑病。

前　言

落花生莢果黑斑病是世界上普遍發生的病害，常造成產量及品質的損失。佔臺灣落花生總栽培面積及產量 70%以上的雲林縣，近年來也普遍發生莢果黑斑病，致嚴重影響帶殼加工及鮮食的品質[4]，因此解決莢果黑斑病的問題為當前重要的育種項目之一。

落花生莢果黑斑病是由土壤病原菌所引起，由莢果上可分離到 110 屬 200 種的真菌[17]，除主要的 *Pythium myriotylum* Drechs., *Rhizoctonia solani* Kuehn, *Sclerotium rolfsii* Sacc. 及 *Fusarium solani* (Mart.)Sacc.[11,14,18,28]外，尚與許多土壤病原菌有密切關係[16,17,27]，又根瘤線蟲[17,29]、根璊及地下害蟲[30]也會增加病害的發生及傳播。在台灣，罹病之莢果上所分離到的病原菌亦以上述四種為主，另外根瘤線蟲及矮化線蟲也是造成莢果黑斑病的原因之一[1,3]。雖然在防治上以化學藥劑灌注或燻蒸處理，能獲得減輕病害的效果，但田間微生物相複雜很難掌握施藥時間，且施用不便及增加成本，還會造成環境汙染與抗葯性之問題[1,3,8,10,12,13]。

地上開花，地下結莢是落花生最主要的特徵。依生長習性分類，栽培種落花生可分為兩個亞種，每個亞種包括兩個變種，又可分為 Virginia (var. *hypogaea*)、Valencia (var. *fastigiata*) 及 Spanish (var. *vulgaris* Harz) 三種不同之植物型 (botanical type)。Gibbons et al.將 Virginia 又分為 Bunch 及 Runner 兩型，同屬於 hypogaea 亞種，其植株型態差異很大，莢果與籽粒大小亦有相當大之差異[23]。

為了有效進行品種改良，許多國家進行計劃性、有系統的蒐集引進有用的各種遺傳資源進行保存及利用，在美國已蒐集約 8000 多個種原，而印度則超過 12000 個[26]，台灣的農業委員會農業試驗所也蒐集保存一千多個種原，包括地方品種、育成之品系及品種，以及引自美國、南美洲、亞洲、非洲、澳洲等四十餘國家及地區之種原，且經調查 35 個農藝性狀均有很大之差異[2]。

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2117 號。接受日期：91 年 9 月 12 日。
2. 本所農藝組助理研究員、助理研究員、副研究員、助理研究員、及植病組助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所所長。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
4. 國立中興大學農藝系兼任教授。臺灣省　臺中市。
5. 通訊作者，電子郵件：yangkh123@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23302806。

進行抗病育種工作最重要爲獲得抗病品種(系)，一般可引進國外之抗病品種(系)，或由地方種及從保存的種原，在感病地區進行抗病篩選。由於保存的種原數量通常很龐大，一般以田間進行抗病篩選，但土壤中病原菌可能分布不均，會造成試驗誤差。目前國外已有報告由種原篩選獲得抗莢果黑斑病品種，有 Virginia runner 型的 TxAG-3、NC2、Tifrun、P.I.365553 等品種及 Spanish 型的 Toalson、 Pronto，其抗病性與株型有關[20,21,24]。這些品種已作爲育種材料，抗病育種已有初步成果[24,31]。

由於台灣目前尚無抗病品種，因此本試驗的目的即爲利用農試所蒐集的種原，在雲林縣元長鄉常發生莢果黑斑病之試驗田進行抗病篩選，期能篩選出抗病品種，供將來栽培及育種利用。

材料與方法

供試落花生品種系與栽培方式

以農業試驗所保存之種原 1182 個，及高級品系 60 個，共計 1242 個品種(系)爲材料，以台南 11 號及台農 6 號爲對照。1996 年秋作至 1997 年秋作，每期作逢機取四種植物型品種約各 50 個，加上育成之高級品系 20 個，共約 220 個品種(系)，1998 年春作及秋作四種植物型各計 288 及 336 個品種(系)爲材料。

1996 年秋作至 1998 年秋作，每年春秋二期作在雲林縣元長鄉常發生莢果黑斑病之試驗田進行篩選；田間試驗以作畦栽培，每品種一畦種二行，畦寬 90cm，行長 1m，株距 10cm，順序排列，二重複。土壤質地爲砂質壤土，田間管理以當地慣行法。

病害調查與罹病度訂定

於收穫期每重複逢機取 50 莢果，調查莢果黑斑病罹病度，莢果黑斑病罹病度之估算，以黑斑面積佔全莢果面積之比例分五級，指數 n_0 表無黑斑之莢果數，n_1 表黑斑面積<25%之莢果數， n_2 表黑斑面積<50%之莢果數 ，n_3 表黑斑面積<75%之莢果數，n_4 表黑斑面積>75%之莢果數。黑斑病罹病度= $[n_0 \times 0 + n_1 \times 1 + n_2 \times 2 + n_3 \times 3 + n_4 \times 4$ /N(總莢數)x 4]x 100%。

在感病田進行種原抗病篩選，由於田區面積不宜太大，試驗品種數也不能太多，因此分期進行種原篩選，並以台南 11 號及台農 6 號爲對照，作爲期作間效應造成差異的校正値(期作間效應=每期作 2 對照種之平均 - 2 對照種所有期作之總平均)，即以各品系減期作效應爲校正後之莢果黑斑病罹病度。

結　　果

調查四種植物型落花生莢果黑斑病罹病度之結果如表 1~5 所示。從表 1~5 之每期作各植物型的莢果黑斑病罹病度頻度分佈，可看出每期作四種植物型間頻度分佈均達顯著差異；在 1996 年秋作(表 1)可看出，莢果黑斑病罹病度總平均 64.17%，大部分在 50~70%之間，以育成品系平均 43.28%較低，且集中在 30~50%之間，其次爲 Spanish 的 59.33%，Virginia runner 最高爲 73.01%。在 1997 年春作(表 2)所示，莢果黑斑病罹病度總平均 42.74%，大部分在 30~50％之範圍最多，仍以高級品系較低爲 32.12%，其次爲 Valencia 的 40.21%。在 1997 年秋作(表 3)，莢果黑斑病罹病度總平均 38.39%，絕大部份在 30~50%之間，以 Valencia 稍低爲 34.73%，其次爲 Spanish 的 36.68%，有一 Valencia 的品系(VA111)小於 20%。在 1998 年春作(表 4)，病害發生最嚴重，罹病度總平均 70.19%，分佈較分散以 70~90%之間最多，平均以 Spanish 的 58.52%最低，Virginia runner 最高爲 82.59%，較抗病的種原有 4 個品系，其中 Valencia 有 3 個分別有 2 個<10%(VA220、VA221)，1 個<20% (VA114)，另 1 個爲 Virginia bunch<20%(VB186)，可作爲進一步試驗的材料。在 1998 年秋作(表 5)，其變異範圍也較大較分散，大部分集中在 40~60％之間，總平均爲 54.83%，以 Valencia 稍低爲 48.61%，最高爲 Virginia runner 的 60.10%。

表 1. 1996 年秋作各植物型落花生種原及高級品系莢果黑斑病罹病度之頻度分布及平均值

Table 1. The distribution and mean of pod rot severity of botanical types of peanut germplasm and lines in 1996 fall crop test

Peanut		No. of varieties belonging to % disease index							
Type	No. of varieties	30.1~40	40.1~50	50.1~60	60.1~70	70.1~80	80.1~90	90.1~100	Mean
Spanish	50	3	2	20	18	6	1	0	59.33
Valencia	50	0	8	6	18	7	7	4	66.08
Virginia bunch	50	2	3	10	10	12	13	0	67.33
Virginia runner	46	0	1	2	12	18	13	0	73.01
Advanced line	20	4	15	1	0	0	0	0	43.28
Total	216	9	29	39	58	43	34	4	64.17
(%)		4.2	13.4	18.1	26.9	19.9	15.7	1.9	
x^2=159.20**[z]									

[z]**: Significant at 1% level.

表 2. 1997 年春作各植物型落花生種原及高級品系莢果黑斑病罹病度之頻度分布及平均值

Table 2. The distribution and mean of pod rot severity for botanical types of peanut germplasm and lines in 1997 spring crop test

Peanut		No. of varieties belonging to % disease index						
Type	No. of varieties	20.1~30	30.1~40	40.1~50	50.1~60	60.1~70	70.1~100	Mean
Spanish	50	3	10	15	13	6	3	48.71
Valencia	50	12	15	14	5	4	0	40.21
Virginia bunch	47	2	11	23	10	1	0	44.28
Virginia runner	56	1	23	24	5	3	0	42.16
Advanced line	20	6	13	1	0	0	0	32.12
Total	223	24	72	77	33	14	3	42.74
(%)		10.8	32.3	34.5	14.8	6.3	1.3	
x^2=70.02**[z]								

[z]**: Significant at 1% level.

表 3. 1997 年秋作各植物型落花生種原及高級品系莢果黑斑病罹病度之頻度分布及平均值

Table 3. The distribution and mean of pod rot severity for botanical types of peanut germplasm and lines in 1997 fall crop

Peanut		No. of varieties belonging to % disease index				
Type	No. of varieties	10.1~20	20.1~30	30.1~40	40.1~100	Mean
Spanish	50	0	3	29	18	36.68
Valencia	50	1	5	42	2	34.73
Virginia bunch	35	0	0	8	27	42.10
Virginia runner	27	0	0	25	2	37.86
Advanced line	20	0	1	7	12	41.03
Total	182	1	9	111	61	38.39
(%)		0.6	4.9	61.0	33.5	
x^2=70.44**[z]						

[z]**: Significant at 1% level.

表 4. 1998 年春作各植物型落花生種原莢果黑斑病罹病度之頻度分布及平均值

Table 4. The distribution and mean of pod rot severity for botanical types of peanut germplasm in 1998 spring crop

Peanut		No. of varictics bclonging to % disease index										
Type	No. of varieties	0~10	10.1~20	20.1~30	30.1~40	40.1~50	50.1~60	60.1~70	70.1~80	80.1~90	90.1~100	Mean
Spanish	68	0	0	8	13	9	11	7	11	9	0	58.52
Valencia	71	2	1	2	2	4	7	12	14	25	2	72.20
Virginia bunch	76	0	1	6	11	5	7	7	15	24	0	66.86
Virginia runner	73	0	0	0	0	0	3	7	23	37	3	82.59
Total	288	2	2	16	26	18	28	33	63	95	5	70.19
(%)		0.7	0.7	5.6	9.0	6.3	9.7	11.5	21.9	33.0	1.7	
x^2=80.89**[z]												

[z]**: Significant at 1% level.

表 5. 1998 年秋作各植物型落花生種原莢果黑斑病罹病度之頻度分布及平均值

Table 5. The distribution and mean of pod rot severity for botanical types of peanut germplasm in 1998 fall crop

Peanut		No. of varieties belonging to % disease index								
Type	No. of varieties	20.1~30	30.1~40	40.1~50	50.1~60	60.1~70	70.1~80	80.1~90	90.1~100	Mean
Spanish	100	7	20	35	23	12	2	1	0	49.03
Valencia	20	3	5	3	8	0	0	1	0	48.61
Virginia bunch	152	10	12	42	33	26	12	10	7	57.24
Virginia runner	64	2	2	10	22	17	8	2	1	60.10
Total	336	22	39	90	86	55	22	14	8	54.83
(%)		6.5	11.6	26.8	25.6	16.4	6.5	4.2	2.3	
x^2=57.40**[z]										

[z]**: Significant at 1% level.

表 6. 1182 個落花生種原各植物型莢果黑斑病罹病度之頻度分布平均值

Table 6. The distribution and mean of pod rot severity for botanical types of 1182 peanut germplasm

Peanut		No. of varieties belonging to % disease index										
Type	No. of varieties	0~10	10.1~20	20.1~30	30.1~40	40.1~50	50.1~60	60.1~70	70.1~80	80.1~90	90.1~100	Mean
Spanish	318	0	0	21	75	79	67	43	22	11	0	50.1±14.5
Valencia	241	2	2	22	64	31	26	34	21	32	7	54.5±21.4
Virginia bunch	360	0	1	18	44	100	60	44	39	47	7	57.5±18.2
Virginia runner	263	0	0	3	50	34	32	39	49	52	4	62.7±19.2
Total	1182	2	3	64	233	244	185	160	131	142	18	56.3
(%)		0.2	0.2	5.4	19.7	20.6	15.7	13.5	11.1	12.0	1.5	
x^2=219.8**[z]												

[z]**: Significant at 1% level.

1182 個種原之不同植物型的莢果黑斑病罹病度頻度分布比較(表 6)，其型間差異達顯著，平均而言以 Spanish 最輕爲 51.1％，其次爲 Valencia 的 54.6%，Virginia runner 最嚴重 62.7%，總平均爲 56.3%；Spanish 分佈大部分在 30~60%之間，Valencia 較分散，分佈在 30~70%之間較多，Virginia bunch 以 40~60%之間最多，Virginia runner 以 30~80%之間分散。1182 個種原中罹病度<20%者僅有 5 個，約爲 0.4%。其中 Valencia 有 4 個且有 2 個<10%， 而 Virginia bunch 僅有 1 個<20%；四種植物型的頻度分布均很分散，較抗病品系少，罹病度在 30％以下的僅佔總數約 6.0％，顯示農試所保存的種原 1182 品種中抗莢果黑斑病的種原很少。

表 7. 1182 個不同地區落花生種原之莢果黑斑病罹病度頻度分布及平均值

Table 7. The distribution and mean of pod rot severity for original regions of 1182 peanut germplasm

Peanut		No. of varieties belonging to % disease index										
Origin	No. of varieties	0~10	10.1~20	20.1~30	30.1~40	40.1~50	50.1~60	60.1~70	70.1~80	80.1~90	90.1~100	Mean
America	409	2	3	28	183	123	56	39	20	29	6	49.9±17.4
Asia	613	0	0	38	146	135	66	75	68	75	10	54.8±19.0
Africa	160	0	0	6	32	23	32	23	22	19	3	58.5±18.7
Total	182	2	3	72	281	281	154	137	110	123	19	56.31
(%)		0.2	0.2	6.1	23.8	23.8	13.0	11.6	9.3	10.4	1.6	
x^2 =83.67**[z]												

[z]**: Significant at 1% level.

比較蒐集自美洲、亞洲及非洲三地區種原的罹病度頻度分佈結果如表 7 所示，三地區間有顯著差異，平均值以美洲較小爲 49.99%，非洲較大爲 58.54%；其中以美洲的種原罹病度較低的品系(20％以下)有 5 個，亞洲及非洲均無；美洲大部分集中在 30~50%之間，亞洲也以 30~50%之間最多，非洲則分散在 30~90%之間。

討　論

以農業試驗所保存之種原 1182 個品種(系)在雲林縣經過兩年半的抗莢果黑斑病篩選，結果顯示絕大部分的種原均屬感病品種(系)，以 1998 年春作病害發生較嚴重平均罹病度達 70.19%，但罹病度 <20%有 4 個，其中 3 個屬於 Valencia (VA114、VA220、VA221)，1 個爲 Virginia bunch(VB186)，均來自於美洲，顯示美洲爲重要的抗病品系來源。顯然要篩選獲得優良的強抗病品系相當不容易，在國外報告也只有幾個抗病品系。美國曾以 1200 個以上的種原篩選抗 CBR（Cylindrocladium black rot caused by *Cylindrocladium crotalariae*）病害，也只有少數幾個表現較抗病[22,25]。

在抗病篩選過程中，病害的調查常有許多干擾因素使結果不準確，尤其以收穫期調查之土媒病害爲甚，例如由 *Rhizoctonia* sp.引起之落花生枝腐病，在成熟收穫時調查，可能因其他病害(如白絹病)混淆而不準確，相較於檢定種子病害或幼苗胚軸病害困難得多，因此效果有限[7,9]。Franke et al.,[15]曾以核心種原進行田間枝腐病抗病品系篩選，結果田間抗病性與幼苗接種間無相關性，認爲篩選抗 *Rhizoctonia* 引起之枝腐病有其困難度；而落花生莢果黑斑在成熟期收穫後調查，在莢果上可分離到許多其他病菌[1]，是否也受其干擾，值得探討。

栽培種落花生可分爲兩個亞種及四個植物型，本試驗也依此四種型調查莢果黑斑病罹病度之差異，結果顯示以 Spanish 品系的罹病度較低，變異也最小，Spanish 型植株直立，分枝少，株冠較不密集，有較好之通風及日照，可能與較少罹病有關；國外報告亦認爲 Spanish 品種較具抗病性，而且有些品種可同時對 *P. myriotylum, R. solani* 及 *S. rolfsii* 具有抵抗性[20,24]。而 Valencia 亦爲直立型，其最抗病品系最多，且變異最大，而 Virginia bunch 亦有較抗病的品系，這些品系可能與植株型態無關，非避病性之抗病，值得育種之利用；而 Virginia bunch 較晚熟，是否與成熟性有關，必須進一步研究。因型態間具有相當大的差異，不論株冠、莢果大小或籽粒大小均以 Virginia bunch 較大，其分枝多枝葉茂盛，莢果也較大，而 Virginia runner 雖然枝葉也多，但因匍匐性，分枝生長分散，莢果生長也不集中，對於株冠造成的微氣候影響，當以 Virginia bunch 最大，不但遮蔭阻礙陽光穿透，也造成溼度增加，此種不通風、高溫多濕之環境，較適合病原菌生長及繁殖[5]，也阻礙噴施農藥達到植株基部，常無法有效的防治病害[6]，而本試驗篩選結果也以 Virginia runner 的抗病品系少，可能與株型有密切關係。雖然台灣栽培的品種絕大部分爲直立型的 Spanish 型品種，

但為了防止倒伏便利機械收穫，常噴施生長抑制劑，使株冠密集不通風，影響田間微氣候，是否為造成病害發生的因素，值得探討；同時所採用的作畦密植栽培的方法，也值得進一步探討的必要。

農試所落花生種原從許多國家及地區引進，其中以亞洲為最多；南美洲是落花生的變異中心，野生種也在南美洲被發現，而非洲為亞變異中心[19,23]，亞洲亦為落花生重要栽培區，因此將種原抗病篩選結果以此三洲分別比較。從本試驗比較結果顯示以美洲引進的種原較多抗病品系，今後值得做為引種之參考。

由於種原數量龐大，田間差異影響抗病性檢定，如何提高篩選效率相當重要。由本試驗在 5 個期作共篩選 1182 個種原，雖獲得 5 個較抗病品系，而其中四個為直立型的 Valencia type，另一個也是植株較直立的 Virginia bunch type，而且莢果網紋均較深，且均來自美洲，顯示如要提高篩選抗病品系的效率，似可由植株直立、莢果網紋深及由美洲引進之品系進行篩選，要獲得抗病品系之機率可能較高。

引用文獻

1. 程永雄、鄭安秀、陳紹崇、杜金池。1989。落花生果莢黑斑病之發生及其防治法。中華農業研究 38:353-364。
2. 楊金興、曹文隆、盧煌勝。1989。落花生種原之評估與利用。中華農業研究 38:179-190。
3. 鄭安秀、陳紹崇。1994。落花生果莢黑斑病之生態及其防治。371-384 頁。雜糧作物保護研討會專刊。葉忠川、葉 瑩、曾清田主編。台南區農業改良場出版。台南市。
4. 鄭安秀、陳紹崇、葉忠川。1997。落花生果莢黑斑病研究之回顧與展望。台南區農業改良場研究彙報 34：74-84。
5. Backman, P.A., R. Rodriguez-Kabana, and J.C. Williams. 1975. The effect of peanut leafspot fungicides on the nontarget pathogen, *Sclerotium rolfsii.* Pyhtopathology 65:773-776.
6. Bailey, J.E., and P.D. Brune. 1997. Effect of crop pruning on Sclerotinia blight of peanut. Plant Dis. 81:990-995.
7. Branch, W.D., and T.B. Brennenman. 1993. White mold and Rhizoctonia limb rot resistance among advanced Georgia peanut breeding lines. Peanut Sci. 20: 124-126.
8. Branch, W.D., and T.B. Brennenman. 1996. Pod yield and stem rot evaluation of peanut cultivars treated with tebuconazole. Agron. J. 88:933-936.
9. Branes, J.S., A.S. Csinos, and W.D. Branch. 1990. Sensitivity of *Rhizoctonia solani* isolates to fungicides and evaluation of peanut cultivars to Rhizoctonia limb rot. Peanut Sci. 17:62-65.
10. Brenneman,T.B., A.P. Murphy, and A.S. Csinos. 199l. Activity of tebuconazole on *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani,* two soilborne pathogens of peanut. Plant Dis. 75:744-747.
11. Csinos, A.S., and D.K. Bell. 1997. Peanut pod rot complex. pages. 23-24. *in*: Compendium of Peanut Diseases, 2nd ed. (N. Kokalis-Burelle, D.M. Porter, R. Rodriguez-Kabana, D.H. Smith, and P. Subrahmanyan. eds.) APS Press, St. Paul, MN.
12. Eshel, D., A.Gamliel, A. Grinstein, P. Di Primo, and J. Katan. 2000. Combined soil treatments and sequence of application in improving the control of soilborne pathogens. Phytopathology 90:751-757.
13. Filonow, A.B., and K.E. Jackson. 1989. Effect of metalaxyl plus PCNB or metalaxyl plus tolclofos-methyl on peanut pod rot and soil populations of *Pythium* spp. and *Rhizoctonia solani*. Peanut Sci. 16:25-32.
14. Frank, Z.R. 1972. *Pythium myriotylum* and *Fusarium solani* as cofactors in a pod-rot complex of peanut. Phytopathology 62:1331-1334.
15. Franke, M.D., T.B. Brenneman, and C.C. Holbrook. 1999. Identification of resistance to Rhizoctonia limb rot in a core collection of peanut germ plasm. Plant Dis. 83:944-948.

16. Garcia, R. and D.J. Mitchell. 1975a. Synergistic interactions of *Pythium myriotylum* with *Fusarium solani* and *Meloidogyne arenaria* in pod rot of peanut. Phytopathology 65:832-833.

17. Garcia, R. and D.J. Mitchell. 1975b. Interaction of *Pythium myriotyum* with several fungi in peanut pod rot. Phytopathology 65: 1375-1381.

18. Garren, K.H. 1970. *Rhizoctonia solani* versus *Pythium myriotylum* as pathogens of peanut pod breakdown. Plant Dis. Rep. 54:840-843.

19. Gibbons R.W., A.H. Bunting, and J. Smartt. 1972. The classification of varieties of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Euphytica 21:78-85.

20. Godoy, R., O.D. Smith, and T.E. Boswell. 1984. Evaluation of six peanut genotypes for pod rot resistance. Peanut Sci. 11:49-52.

21. Godoy, R., O.D. Smith, R.A. Taber, and R.E. Pettit. 1985. Anatomical traits associated with pod rot resistance in peanut. Peanut Sci. 12:77-82.

22. Green, C.C., M.K. Beute, and J.C. Wynne. 1983. A comparison of methods of evaluating resistance to *Cylindrocladium crotalariae* in peanut field tests. Peanut Sci. 10:66-69.

23. Gregory, W.C., A. Krapovickas, and M.P. Gregory. 1980. Structure, variation, evolution, and classification in *Arachis.* pages. 469-481. *in*: Advanced in Legume Science. (Summerfield, R.J. and A.H. Bunting, eds.) Royal Botanic. Gardens, Kew, UK.

24. Grichar, W.J., and O.D. Smith. 1992. Variation in yield and resistance to southern stem rot among peanut (*Arachis hypogaea* L.) lines selected for Pythium pod rot resistance. Peanut Sci. 19:55-58.

25. Hadley, B.A., M.K. Beute, and J.C. Wynne. 1979. Heritability of Cylindrocldium black rot resistance in peanut. Peanut Sci. 6:51-54.

26. Knauft, D.A., and J.C. Wynne. 1995. Peanut breeding and genetics. Adv. Agron. 55:393-445.

27. Lewis, P.I., and A.B. Filonow. 1990. Reaction of peanut cultivars to Pythium pod rot and their influence on populations of *Pythium* spp. in soil. Peanut Sci. 17:90 -95.

28. Porter, D.M., H. Garren, and P.H. Schaik. 1975. Pod breakdown resistance of peanuts. Peanut Sci. 2:15-18.

29. Reddy, D.O.R. 1984. A nematode disease of peanut caused by *Tylenchorhynchus brevilineatus.* Plant Dis. 68:526 - 529.

30. Shew, H.D., and M.K. Beute. 1979. Evidence for the involvement of soilborne mites in Pythium pod rot of peanut. Phytopathology 69:204-207.

31. Smith, O.D., T.E. Boswell, W.J. Grichar, and C.E. Simpson. 1989. Reaction of select peanut (*Arachis hypogaea* L.) lines to southern stem rot and Pythium pod rot under varied disease pressure. Peanut Sci. 16:9-14.

Screening the Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Germplasm for Resistance to Pod Rot Disease[1]

Kin-Hsing Yang[2,5], Wen-Long Tsaus[2], Guang-Jauh Shieh[2], Chan-Lee Ho[2]
Jhi-Nong Tsai[2], Chien-Yih Lin[3] and Fu-Sheng Thseng[4]

Summary

A total of 1242 varieties including 1182 accessions of germplasm and 60 breeding lines of peanut (*Arachis hypogaea* L.) were screened for pod rot disease resistance at fields. There were 5 crop seasons screening from 1996 fall crop to 1998 fall crop. Almost all tested varieties were susceptible to pod rot disease, but Spanish type varieties were more resistant than other types when comparison of means of pod rot severity for botanical types of peanut. Four Valencia type varieties (VA111、VA114、VA220 and VA221) and one Virginia bunch type variety (VB186) showed highly resistant to pod rot disease and all of them introduced from America could be used as breeding parents.

Key Words： Peanut, *Arachis hypogaea* L., Germplasm, Pod rot resistance.

---

1. Contribution No.2117 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: September 12, 2002.
2. Respectively, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist, Associate Agronomist, Assistant Agronomist, Department of Agronomy, and Assistant Agronomist, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Director, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Part-time Professor, Department of Agronomy, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.
5. Corresponding author, E-mail:yangkh123@wufeng.tari.gov.tw ; Fax:(04)23302806.

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 51(3):20~30(2002)

磷酸根離子對叢枝菌根菌孢子發芽與菌絲生長之影響[1]

林素禎[2,4]　吳繼光[3]

摘要：本文主要探討磷酸根離子對本省土壤中較常見的幾種叢枝菌根菌孢子的發芽率與菌絲生長之影響。所使用的菌種有六種，*Acaulospora scrobiculata, A. morrowiae, Entrophospora kentinensis, Glomus mosseae, G. occultum* 與 *G. versiforme*。試驗結果發現，*E. kentinensis, G. mosseae* 這兩種菌根菌孢子，當磷酸根離子濃度在 0.4~10 mM 時，孢子發芽率最高，分別為 73.3~90.0%，71.8~85.8%。當磷酸根離子濃度增加至 20mM 時，這兩種菌根菌孢子之發芽率皆降至 20%以下，當磷酸根離子濃度達 40 mM 時，這兩種菌根菌孢子之發芽率皆為 0。*A. morrowiae* 與 *A. scrobiculata* 在磷酸根離子濃度 4 mM 以下時，孢子發芽率較高，分別為 44.3~58.5 % 與 49.7~63.8 %。*G. versiforme* 在磷酸根離子濃度 2 mM 時，孢子發芽率最高為 45.5%。*G. occultum* 對磷最敏感，當磷酸根離子濃度在 1 mM 以上，則菌根菌發芽率與菌絲生長明顯下降。*E. kentinensis* 在磷酸根離子濃度 0.4~10 mM 時，菌絲長度為 0.3~0.5 mm/spore，當磷酸根離子濃度在 20 mM 以上時，孢子全數不發芽。*G. mosseae* 在磷酸根離子濃度 2 mM 時，發芽率不受影響，但菌絲生長長度開始明顯下降。*A. morrowiae , A. scrobiculata* 與 *G. versiforme* 這三種菌根菌孢子，當磷酸根離子濃度在 10 mM 以上時，菌絲生長明顯受抑制。*A. morrowiae* 與 *E. kentinensis* 在硫酸鉀溶液中孢子發芽率與菌絲生長情形，與其在鉀-磷酸鹽溶液中類似，因此，這兩種菌根菌孢子在鉀-磷酸鹽溶液中之發芽與生長除了受到磷酸根離子的影響外，可能亦受到鉀離子之影響。

關鍵詞：菌根菌、磷、鉀。

前　言

磷肥的施用常造成植物菌根的感染率下降及菌根菌孢子數量減少；例如呂等人[2] 發現每週施用一次 1/4 磷量的 Johnson solution (15mg/kg-P)，番茄的菌根菌感染率為 73.4%，每週施用一次 1/2 磷量的 Johnson solution (31 mg/kg-P)，番茄的菌根菌感染率下降為 55.5%，每週施用一次全磷量的 Johnson solution (62 mg/kg -P)，番茄的菌根菌感染率更降為 24.2%。Menge 等人[19] 發現加州土壤中磷的含量與菌根菌的孢子數成反比。Kucey and Paul [17] 亦報導，在不施磷肥的土壤中，蠶豆的菌根菌感染率為 47%，而施用 45kg-P/ha 後，蠶豆的菌根菌感染率下降為 15%，在施肥區土壤中，菌根菌的孢子數為 30 個/100g soil，在未施肥區土壤中，菌根菌的孢子數為 65 個/100g soil。

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2118 號。接受日期：91 年 7 月 3 日。
2. 本所農化系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 原行政院農業委員會農業試驗所副研究員，現為臺鹽實業股份有限公司生技二廠廠長。臺灣省　臺南市。
4. 通訊作者，電子郵件：linmay@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23302805。

造成菌根菌感染率下降及菌根菌孢子數量減少，主要是因土壤中磷之改變，抑或植體磷濃度之影響？許多研究者對此提出不同之看法。Miranda 等人[21]報導，土壤磷直接影響菌根菌的拓展，而較明顯的時期在叢枝內生菌根菌早期的根外菌絲拓展時。Miranda and Harris [22] 接著發現，菌根菌孢子在 soil-agar plate 上發芽時，叢枝內生菌根菌 *Glomus etunicatum* 與 *Scutellospora heterogama* 孢子的發芽率與菌絲的生長受到不同土壤磷添加量的影響；當磷添加量爲 0 時，*G. etunicatum* 與 *S. heterogama* 孢子的發芽率分別爲 53% 與 57%，菌絲的長度分別爲 0.93 mm/spore 與 1.55 mm/spore，當磷添加量爲 250 μ g/g soil 時，*G. etunicatum* 與 *S. heterogama* 孢子的發芽率分別爲 31%與 33%，菌絲的長度分別 0.44 mm/spore 與 0.66 mm /spore，可見孢子的發芽率與菌絲生長，因磷肥的添加而明顯受到抑制。這個試驗結果，支持了菌根菌孢子早期在土壤中拓展時是受土壤磷濃度的影響之假說。在另一方面，Mosse [25] 發現苜蓿植體磷含量超過 0.4%時，就無法感染叢枝內生菌根菌。Sanders [26] 以葉面施用磷肥的方法，使洋蔥地上部磷含量增加，這使得接種菌根菌(*G. mosseae*)之洋蔥菌根菌感染率下降而減少根外菌絲的重量，並使得原由菌根菌供應給植株之磷量下降。Menge 等人[20] 以〝分根〞(split root) 的方法，發現當蘇丹草 (*Sorghum vulgare* Pers.) 植體磷含量低時，即使土壤磷含量高達 600 mg/kg，菌根菌 *G. fasciculatum* 的感染率與孢子數均未減少；而當植體磷含量高時，即使土壤磷含量只有 6 mg/kg，菌根菌的感染率與孢子數皆明顯下降。

由 Menge 等人[20] 的試驗中可知菌根菌 (*Glomus fasciculatum*) 在土壤含磷量 600 mg/kg 時，孢子尚可正常發芽，且菌絲生長不受影響，是否每一種菌根菌皆可在 600 mg/kg 的土壤中正常發芽與生長？由於直接在田間土壤中測試孢子的發芽與生長不容易做到，故研究孢子的發芽與生長多在實驗室中進行。Mosse [24] 設計了孢子發芽皿，使菌根菌 *Endogone* 孢子在 3~4 天時，發芽率可達 80%以上。Hepper [12] 利用 Difco Bacto agar 加入磷酸鹽(KH_2PO_4 與 K_2HPO_4)，探討磷濃度對菌根菌孢子發芽與菌絲生長之影響，發現兩種不同來源之 *G. mosseae* 孢子，當磷濃度在 30mM (930 mg/kg-P)時，兩種孢子之發芽仍高達 70 與 90%，當磷濃度達 40mM (1240 mg/kg-P)時，則發芽率降低 50%以上；菌絲長度則在磷濃度 20mM (620 mg/kg-P)時，下降爲低磷濃度 5mM (155mg/kg-P)之 1/3，當磷濃度達 40mM 時，菌絲無法生長。而另一種菌根菌 *G. caledonium* 在磷濃度 30mM 時，兩種不同來源之 *G. caledonium* 孢子，其發芽率皆在 60%以上，磷濃度達 40mM 時，孢子發芽率下降至 20%以下；菌絲長度在磷濃度 10mM (310 mg/kg-P)時，菌絲生長不受影響，當磷濃度在 30mM 時，菌絲長度平均爲磷濃度 10mM 時之 1/2。Koske [15] 發現 *Gigaspora gigantea* 在磷濃度達 500 mg/kg 時亦可正常發芽。呂[3] 發現 *Gi. gigantea* 在磷濃度達 310 mg/kg 時，孢子發芽率可達 77% 且菌絲生長不受影響，而當磷濃度達 620 mg/kg 時，孢子發芽率下降爲 43%，且菌絲生長也受影響。

菌根菌對磷濃度的敏感度因種類不同而異，在菌種選擇上有其實用的價值。本文主要探討本省土壤中較常見的幾種菌根菌[4]，在不同濃度的鉀-磷酸鹽溶液下，孢子的發芽率與菌絲的生長。試驗中所使用之鉀-磷酸鹽緩衝液由 K_2HPO_4 與 KH_2PO_4 配製而成，文中除了探討磷酸根離子濃度對菌根菌孢子發芽與菌絲生長之影響外，亦探討鉀離子與滲透壓所可能造成之影響。

材料與方法

供試菌種

本試驗所使用之叢枝菌根菌菌種爲本省土壤中較常見的六種菌種，分屬於三個屬，這六種菌根菌爲 *Acaulospora scrobiculata, A. morrowiae, Entrophospora kentinensis, Glomus mosseae, G. occultum* 與 *G. versiforme*。六種菌根菌菌種皆以百喜草(*Paspalum notatum* Flügge 當宿主，百喜草種在以砂爲介質的盆栽中，百喜草收穫時，將根與砂一起採收，檢查菌根菌純度及密度，根與砂風乾後以塑膠袋密封，置於冷房 4℃中保存，此即爲菌土。本試驗所使用之菌根菌菌種乃由菌土分離而得，而菌土在冷房中保存 6~18 個月。利用濕篩法與糖度離心法[8] 分離菌根菌孢子，以 polyvinyl alcohol lactophenol glycerol (PVLG) [16] 與 Melzer's [11] 製成半永久片，在穿透式光學顯微鏡下鑑定菌根菌種類。試驗用之孢子乃挑選形狀大小相當，顏色相同，有油滴，具有活力之年輕孢子。

鉀-磷酸鹽溶液之配製

鉀-磷酸鹽溶液(pH=7.0)母液之配製，乃以 61 ml 的 0.4M K_2HPO_4 加 39 ml 的 0.4M KH_2PO_4 配製而成[10]，母液中所含磷酸根離子濃度爲 400 mM (12400 mg/kg-P)，以去離子水稀釋爲 40 mM，20 mM，10 mM，4 mM，2 mM，1 mM，0.4 mM，0.2 mM 之鉀-磷酸鹽溶液。高濃度之溶液除了離子濃度會影響菌根菌孢子的發芽外，溶液的滲透壓亦可能是因子之一，故溶液之滲透壓亦須測定。直接測定溶液之滲透壓很麻煩，可透過電導度之換算而得知，電導度(EC)與滲透壓(OP)之關係爲：OP(atm.) = EC (dS /m) ×0.36 [6]。不同濃度的鉀-磷酸鹽溶液之電導度與滲透壓如表 1。

對照溶液硫酸鉀之配製

上述鉀-磷酸鹽溶液中除了含有磷外，亦含有鉀，菌根菌孢子之發芽究竟是受到磷之影響，或是鉀之影響，需要探討。上述鉀-磷酸鹽母液所含鉀濃度爲 25116 mg/kg。以硫酸鉀 56 g/L (25116 mg/kg-K)爲母液[12]，以去離子水稀釋爲 32 mM，16 mM，8 mM，3.2 mM，1.6 mM，0.8 mM，3.2 mM 與 1.6 mM 之硫酸鉀溶液，作爲對照溶液，探討鉀離子是否亦會影響菌根菌孢子之發芽。不同濃度的硫酸鉀溶液之電導度與滲透壓如表 2。

孢子發芽試驗

在無菌的塑膠培養皿(100×15mm)中，放入 60g 石英砂(10~18 mesh)。石英砂之前處理爲：以自來水洗淨，以 3N H_2SO_4 浸泡 2 天，以自來水洗至 pH 接近 7，以蒸餾水洗三次，在 105℃下烘乾 24hr 放涼備用。以藥勺抹平石英砂，加入配好的鉀-磷酸鹽溶液或硫酸鉀溶液 19 ml，19ml 的溶液可使石英砂完全浸潤而有一層薄薄水膜。接著放入一張濾紙(TOYO ADVANTEC 5A)，在濾紙上放入 4 張 1/4 大小 47mm 濾膜(milipore, ADVANTEC MFS, Inc., 0.2 μ m) ，濾紙與濾膜使用前先經高壓殺菌(121℃，45 min)。以微量吸管

表 1. 不同濃度的鉀-磷酸鹽溶液之電導度與滲透壓

Table 1. Conductivity and osmotic pressure of potassium phosphate solution at different concentration

Phosphate concentration (mM)	Conductivity (dS /m)	Osmotic pressure (atm)
0.2	0.042	0.015
0.4	0.080	0.03
1	0.196	0.07
2	0.387	0.14
4	0.747	0.27
10	1.710	0.62
20	3.200	1.15
40	5.740	2.07

表 2. 不同濃度的硫酸鉀溶液之電導度與滲透壓

Table 2. Conductivity and osmotic pressure of potassium sulfate solution at different concentration

K_2SO_4 concentration (mM)	Conductivity (dS /m)	Osmotic pressure (atm)
0.16	0.051	0.02
0.32	0.099	0.04
0.8	0.243	0.09
1.6	0.469	0.17
3.2	0.900	0.32
8	2.040	0.73
16	3.720	1.34
32	6.530	2.35

吸取已挑選好之未經表面殺菌之孢子，滴在濾膜上，每張濾膜 20 或 50 個孢子。孢子移入後，蓋上培養皿上蓋，以石蠟膜(parafilm)密封，再以鋁箔紙包住，在培養箱中 25℃黑暗培養。

孢子發芽率、囊狀體個數與菌絲總長之調查

孢子發芽皿在培養箱中 25℃黑暗培養 28 天後，取出濾膜，以改良式乳酸甘油法染色[1,14]。 改良式乳酸甘油法爲將 0.5g aniline blue 溶於 386 ml lactic acid, 354 ml glycerin 與 230 ml H_2O 之混合液中。以染色劑染色後，過夜，以去色劑去色，在光學顯微鏡下觀察，計算孢子發芽率、囊狀體個數 (vesicle no.)與菌絲總長。孢子發芽之認定爲孢子發芽管生長的長度超過 5 μm，則視爲已發芽[27]。菌絲總長的計算採格子線交叉法 (gridline intersect method) [9] ，在顯微鏡的接目鏡放入畫有 10×10 格之正方型方格鏡片，以測微尺測定不同觀察倍數時小方格之邊長(h)，在顯微鏡下計數菌絲與方格之交叉點數(n)，利用下列方程式計算菌絲總長：$R= \pi A \times n / (2H)$，R 爲菌絲總長，A 爲菌絲分佈之面積($A = (10h)^2$)，n 爲菌絲與方格之交叉點數，H 爲方格線全長($H = 10h \times 10 \times 2$)。

結　果

不同濃度的鉀-磷酸鹽溶液對叢枝菌根菌孢子發芽率之影響

六種叢枝菌根菌孢子在不同濃度的鉀-磷酸鹽溶液中之發芽率列於表 3，由表 3 可知，*Glmous mosseae* 孢子在磷酸根離子濃度 0.4 ~ 10 mM 五個濃度時發芽率較高，在 72～86 %之間，*G. mosseae* 在這範圍外的磷酸根離子濃度反而不適合孢子的發芽。*Acaulospora scrobiculata* 孢子的發芽率，在磷酸根離子濃度 0.2 ~ 4 mM 五個濃度下有較高之發芽率，而磷酸根離子濃度超過 10 mM 時，則發芽率顯著下降。*A. morrowiae* 孢子的發芽率，在磷酸根離子濃度 0.2 ~ 4 mM 時，發芽率較高，在 44~59 % 之間，當高於 20 mM 後，則顯著下降。*Entrophospora kentinensis* 孢子的發芽率，在 0.4 ~ 10 mM 五個濃度下發芽率較高，當濃度高於 20 mM 後發芽率則降爲 0 %。*G. occultum* 孢子的發芽率，在磷酸根離子濃度 0.4 mM 時發芽率(73 %)最高，而磷酸根離子濃度在 1 mM 以上時，發芽率明顯下降。*G. versiforme* 孢子的發芽率，在磷酸根離子濃度 2 與 4 mM 時發芽率最高，分別爲 46，36 %，磷酸根離子濃度超過 4 mM 時，則發芽率顯著下降。

不同濃度的鉀-磷酸鹽溶液對叢枝菌根菌孢子發芽菌絲總長度之影響

六種叢枝菌根菌孢子在不同濃度的鉀-磷酸鹽溶液中之發芽菌絲總長度列於表 4，由表 4 可知，*Glmous mosseae* 孢子在磷酸根離子濃度 0.4 與 1 mM 兩個濃度時之菌絲長度較長，磷酸根離子濃度 2 mM 以上菌絲生長明顯降低。*Acaulospora scrobiculata* 發芽菌絲長度在磷酸根離子濃度 0.4 ~ 4 mM 四個濃度時，菌絲

表 3. 不同濃度的鉀-磷酸鹽溶液對叢枝菌根菌孢子發芽率之影響

Table 3. Effect of different concentration of the potassium phosphate solution on spore germination of arbuscular mycorrhizal fungi

Species of VAM	% Germination under different phosphate concentration (mM)							
	0.2	0.4	1	2	4	10	20	40
Glomus mosseae	6 bc[z]	82 a	85 a	86 a	79 a	72 a	17 b	0 c
Acaulospora scrobiculata	62 a	64 a	50 a	57 a	50 a	25 b	8 c	0 c
Acaulospora morrowiae	59 a	— [y]	44 ab	44 ab	51 ab	39 b	20 c	0 d
Entrophospora kentinensis	8 b	90 a	73 a	88 a	73 a	79 a	0 b	0 b
Glomus occultum	28 b	73 a	21 bc	14 bc	13 bc	7 c	7 c	3 c
Glomus versiforme	9 c	23 b	28 b	46 a	36 ab	9 c	0 c	0 c

[z] Means in each raw with the same letter are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

[y] No detected.

總長較長，爲 6.0～7.6 mm/spore，磷酸根離子濃度低於 0.4 mM 或高於 4 mM 皆不利於發芽菌絲的生長。*A. morrowiae* 在磷酸根離子濃度 0.2 ~ 4 mM 時其發芽菌絲較其他濃度長。*Entrophospora kentinensis* 在磷酸根離子濃度 0.4 ~ 10 mM 範圍下，每個孢子有較長的發芽菌絲，當磷酸根離子濃度高於 20 mM 時，孢子全數不發芽。*G. occultum* 孢子在磷酸根離子濃度 0.4 mM 時最適合發芽菌絲生長，而磷酸根離子濃度在 1 mM 以上時，則發芽菌絲長度明顯下降。*G. versiforme* 孢子菌絲長度在磷酸根離子濃度 0.2 與 4 mM 時最長，當磷酸根離子濃度在 10 mM 以上時，發芽菌絲長度明顯下降。

不同濃度的鉀-磷酸鹽溶液對叢枝菌根菌孢子囊狀體個數之影響

六種叢枝菌根菌孢子在不同濃度的鉀-磷酸鹽溶液中之囊狀體個數列於表 5，由表 5 可知，*Glmous mosseae* 每個孢子的囊狀體個數在磷酸根離子濃度 1~4mM 時較多。*Acaulospora scrobiculata* 與 *A. morrowiae* 孢子在磷酸根離子濃度 4 mM 以下時有較多的囊狀體，當磷酸根離子濃度在 10 mM 以上時，則不利於囊狀體的產生。*Entrophospora kentinensis* 孢子的囊狀體個數，除了在磷酸根離子濃度 10 mM 時爲 0.2 個/spore 外，其餘各磷酸根離子濃度之囊狀體個數皆爲 0 個。*G. occultum* 與 *G. versiforme* 兩種孢子在八個磷酸根離子濃度中之囊狀體個數皆爲 0 個。

表 4. 不同濃度的鉀-磷酸鹽溶液對叢枝菌根菌孢子發芽菌絲總長度之影響

Table 4. Effect of different concentration of the potassium phosphate solution on the hyphal length of arbuscular mycorrhizal fungi

Species of VAM	Hyphal length (mm) under different phosphate concentration (mM)							
	0.2	0.4	1	2	4	10	20	40
Glomus mosseae	1.1 d[z]	12.5 a	13.0 a	5.6 b	6.5 b	3.3 c	0.4 d	0 d
Acaulospora scrobiculata	4.6 bc	6.8 a	6.5 ab	6.0 ab	7.6 a	3.8 c	0.5 d	0 d
Acaulospora morrowiae	3.3 ab	— [y]	3.7 a	2.9 ab	2.3 bc	1.1 d	1.3 cd	0 e
Entrophospora kentinensis	0.1 c	0.3 b	0.4 b	0.5 b	0.4 b	0.5 b	0 c	0 c
Glomus occultum	0.9 b	12.5 a	0.7 b	1.6 b	1.2 b	2.5 b	0.3 b	0.2 b
Glomus versiforme	39.3 a	28.5 ab	23.5 ab	15.7 bc	36.8 a	11.7 bc	0 c	0 c

[z] Means in each raw with the same letter are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

[y] No detected.

表 5. 不同濃度的鉀-磷酸鹽溶液對叢枝菌根菌孢子囊狀體個數之影響

Table 5. Effect of different concentration of the potassium phosphate solution on vesicle formation of arbuscular mycorrhizal fungi

Species of VAM	No. vesicle under different phoshphate concentration (mM)							
	0.2	0.4	1	2	4	10	20	40
Glomus mosseae	0 c[z]	0.5 b	1.i a	1.0 a	1.0 a	0.3 bc	0 c	0 c
Acaulospora scrobiculata	0.5 bc	1.2 a	0.7 ab	0.5 bc	1.1 a	0 c	0 c	0 c
Acaulospora morrowiae	0.9 ab	—[y]	1.0 a	0.6 b	0.6 b	0.2 c	0.1 c	0 c
Entrophospora kentinensis	0	0	0	0	0	0.2	0	0
Glomus occultum	0	0	0	0	0	0	0	0
Glomus versiforme	0	0	0	0	0	0	0	0

[z] Means in each raw with the same letter are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

[y] No detected.

不同濃度的硫酸鉀溶液對叢枝菌根菌孢子發芽率之影響

六種叢枝菌根菌孢子在不同濃度的硫酸鉀溶液中之發芽率列於表 6，由表 6 可知，*Glmous mosseae* 孢子在八個硫酸鉀濃度下其發芽率很低，皆小於 14 %。*Acaulospora scrobiculata* 在硫酸鉀濃度為 0.32 與 0.8mM 時，其孢子發芽率最高，當硫酸鉀濃度達 16 mM 時，孢子之發芽率才明顯受影響，而當硫酸鉀濃度達 32 mM 時，還有 16 % 的孢子可發芽。*A. morrowiae* 在硫酸鉀濃度為 0.8 mM 時，有最高的發芽率。硫酸鉀濃度在 0.16 ~ 8 mM 範圍時，發芽率皆可高於 36 %以上，至硫酸鉀濃度 32 mM 時，孢子發芽率仍可達 7 %。*Entrophospora kentinensis* 在硫酸鉀濃度 0.16 ~ 8 mM 時，其孢子發芽率皆很高，發芽率在 61~90 % 之間，而硫酸鉀濃度在 16 與 32 mM 時，其孢子則全數不發芽。*G. occultum* 孢子在硫酸鉀濃度為 8 mM 時，孢子發芽率(68 %)最高，硫酸鉀濃度在 16 mM 時，孢子之發芽率還可達 46 %，在硫酸鉀濃度為 32 mM 時，則降至 3 %。*G. versiforme* 孢子在八個硫酸鉀濃度發芽率皆很低，在 6 %以下。

不同濃度的硫酸鉀溶液對叢枝菌根菌孢子發芽菌絲總長度之影響

六種叢枝菌根菌孢子在不同濃度的硫酸鉀溶液中之發芽率列於表 7，由表 7 可知，*Glomus mosseae* 孢子在八個硫酸鉀濃度下其發芽率皆低於 15 %，發芽菌絲亦很短，在 0.2 mm/spore 以下。*Acaulospora scrobiculata* 孢子在硫酸鉀濃度為 0.32 mM 與 0.8 mM 時，其發芽菌絲長度較其他濃度的發芽菌絲長，而當硫酸鉀濃度達 32 mM 時，孢子仍可發芽，其菌絲長度為 0.8 mm/spore。*A. morrowiae* 在 K_2SO_4 濃度為 0.32 mM 與 0.8 mM 時，其發芽菌絲長度最長，在 16 mM 以上菌絲生長明顯下降。*Entrophospora kentinensis* 孢子在硫酸鉀濃度 0.16 ~3.2 mM 時，每個孢子菌絲總長為 0.3~0.9 mm/spore，硫酸鉀濃度在 8 mM 以上時，菌絲總長在 0.1 mm/spore 以下。*G. occultum* 孢子在硫酸鉀濃度 0.8 ~ 16 mM 之間，發芽菌絲較長，菌絲長度為 0.8~1.1 mm/spore。*G. versiforme* 在八個濃度的硫酸鉀溶液中之發芽率皆低於 10 %，雖然菌絲最長可達 4.9 mm/spore，但發芽率太低。

不同濃度的硫酸鉀溶液對叢枝菌根菌孢子囊狀體個數之影響

六種叢枝菌根菌孢子在不同濃度的硫酸鉀溶液中之發芽率列於表 8，由表 8 可知，*Glomus mosseae* 孢子在 K_2SO_4 濃度為 0.16 mM 時之囊狀體個數為 0.7 個，其他 7 個濃度的 *G. mosseae* 孢子囊狀體個數皆為 0 個。*Acaulospora morrowiae* 孢子的囊狀體個數，在硫酸鉀濃度 0.16 ~ 16 mM 時為 0.3 ~ 0.9 個/spore，在硫酸鉀濃度 32 mM 時降為 0 個。*A. scrobiculata*，*Entrophospora kentinensis*，*G. occultum* 與 *G. versiforme* 四種孢子在八種濃度的硫酸鉀溶液之囊狀體個數皆為 0 個。

表 6. 不同濃度的硫酸鉀溶液對叢枝菌根菌孢子發芽率之影響

Table 6. Effect of different concentration of the potassium sulfate solution on spore germination rate of arbuscular mycorrhizal fungi

Species of VAM	% Germination under different K_2SO_4 concentration (mM)							
	0.16	0.32	0.8	1.6	3.2	8	16	32
Glomus mosseae	14 a[z]	0 b	1 b	3 b	4 b	1 b	0 b	0 b
Acaulospora scrobiculata	28 ab	53 a	52 a	42 ab	32 ab	32 ab	20 b	16 b
Acaulospora morrowiae	36 bc	48 ab	54 a	46 ab	49 ab	36 bc	23 c	7 d
Entrophospora kentinensis	83 ab	66 ab	67 ab	90 a	61 b	70 ab	0 c	0 d
Glomus occultum	43 b	26 b	45 b	44 b	36 b	68 a	46 b	3 c
Glomus versiforme	6 a	2 ab	0 b	0 b	1 ab	1 ab	4 ab	0 b

[z] Means in each raw with the same letter are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表 7. 不同濃度的硫酸鉀溶液對叢枝菌根菌孢子發芽菌絲總長度之影響

Table 7. Effect of different concentration of the potassium sulfate solution on hyphal length of arbuscular mycorrhizal fungi

Species of VAM	Hyphal length (mm) under different K_2SO_4 concentration (mM)							
	0.16	0.32	0.8	1.6	3.2	8	16	32
Glomus mosseae	0.1 a [z]	0 a	0.1 a	0.2 a	0.1 a	0.1 a	0 a	0 a
Acaulospora scrobiculata	1.2 ab	2.3 a	2.2 a	1.4 ab	2.0 ab	1.4 ab	1.4 ab	0.8 b
Acaulospora morrowiae	1.9 bc	3.4 a	3.5 a	2.2 b	1.7 bc	1.5 bc	0.9 cd	0.2 d
Entrophospora kentinensis	0.4 b	0.3 bc	0.4 b	0.9 a	0.4 b	0.1 bc	0 c	0 c
Glomus occultum	0.4 bc	0.5 b	0.8 a	0.9 a	0.8 a	0.9 a	1.1 a	0.2 c
Glomus versiforme	3.0 a	0.3 a	0 a	0 a	0.3 a	0.1 a	4.9 a	0 a

[z] Means in each raw with the same letter are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表 8. 不同濃度的硫酸鉀溶液對叢枝菌根菌孢子囊狀體個數之影響

Table 8. Effect of different concentration of the potassium sulfate solution on vesicle formation of arbuscular mycorrhizal fungi

Species of VAM	No. vesicle under different K_2SO_4 concentration (mM)							
	0.16	0.32	0.8	1.6	3.2	8	16	32
Glomus mosseae	0.7	0	0	0	0	0	0	0
Acaulospora scrobiculata	0	0	0	0	0	0	0	0
Acaulospora morrowiae	0.3 c	0.7 ab	0.8 a	0.9 a	0.7 ab	0.7 ab	0.4 bc	0 d
Entrophospora kentinensis	0	0	0	0	0	0	0	0
Glomus occultum	0	0	0	0	0	0	0	0
Glomus versiforme	0	0	0	0	0	0	0	0

[z] Means in each raw with the same letter are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

討　論

本試驗中用來進行孢子發芽試驗之六種叢枝菌根菌孢子，孢子表面皆未經殺菌處理，未經表面殺菌的孢子，其發芽情形較接近土壤中孢子之發芽。早期的孢子發芽試驗，孢子皆先經殺菌處理[13,23,24]。Koske [15] 發現，表面不經殺菌處理的孢子之發芽率，與表面經過殺菌處理的孢子之發芽率，並沒有明顯之差異。Mayo 等人[18] 發現 *Glomus versiforme* 孢子發芽時，若孢子表面不經殺菌處理，則孢子發芽率比經表面殺菌處理之孢子之發芽率高，高 1.5~2.2 倍。Willson 等人[28] 亦發現，孢子表面經殺菌處理後，孢子發芽率降低 45%。根據前人研究結果，本試驗之菌根菌孢子乃採用不消毒方式進行發芽試驗。

在鉀-磷酸鹽溶液的發芽試驗中，*Glomus mosseae*，*Entrophospora kentinensis*，*G. versiforme* 與 *G. occultum* 這四種菌種，在磷酸根離子濃度 0.2 mM 時，其發芽率分別為 6.0%，7.5%，8.8%，28%，當磷酸根離子濃度提高為 0.4 mM（12.4 mg/kg-P）時，這四種菌種孢子之發芽率分別提高為 82.2%，90.0%，23.3%，73.4%。Wilson 等人[28] 亦有類似之報導，在不殺菌的土壤中添加 60 mg/kg 的磷後，可明顯促進 *G. etunicatum* 與 *G. mosseae* 的發芽率。

由表 1 可知，當鉀-磷酸鹽溶液在磷酸根離子濃度 20 mM 時，滲透壓為 1.15 atm，在磷酸根離子濃度 40 mM 時，滲透壓為 2.07 atm。由表 2 可知，硫酸鉀濃度為 16 mM 時，滲透壓為 1.34 atm，在硫酸鉀濃度為 32 mM 時，滲透壓為 2.35 atm。當土壤溶液之滲透壓在 0.72~1.44 atm 時，對鹽敏感的作物，生長受阻礙，當土壤溶液之滲透壓在 1.44~2.88 atm 時，多數作物生長受阻礙[6]，菌根菌孢子之發芽與菌絲生長在高

濃度的鹽類溶液中亦可能受到阻礙。由此可知，當磷酸根離子濃度在 20 mM 以上時，菌根菌孢子在鉀-磷酸鹽溶液中之發芽情形，除了受溶液離子濃度之影響外，亦應考慮滲透壓之影響。

Acaulospora morrowiae 與 *Entrophospora kentinensis* 在硫酸鉀溶液中孢子發芽與菌絲生長情形，與其在鉀-磷酸鹽溶液中類似。Hepper 的 *Glomus caledonium* 與 *G. mosseae* 孢子發芽試驗[12]，以及呂氏的 *Gigaspora gigantea* 孢子發芽試驗[3]皆有類似的結果，Hepper 認爲菌根菌孢子在鉀-磷酸鹽溶液中之發芽與生長除了受磷的影響之外，亦受鉀離子之影響[12]。在硫酸鉀溶液的發芽試驗中，*G. mosseae* 與 *G. versiforme* 兩種菌根菌孢子在硫酸鉀溶液八個濃度中之發芽率皆低於 20 %，造成發芽率不高之原因不明尚待探討。

Acaulospora morrowiae 在磷酸根離子濃度 20 mM 仍保有 20 %的發芽率；在硫酸鉀濃度 16 mM 時也有 23 %的發芽率，由於本菌株在酸性土壤中十分普遍[4]，可能是因爲此菌株能適應在高磷及高鹽份的土壤中之故。*A. scrobiculata* 孢子在高硫酸鉀濃度 (16， 32 mM) 下，孢子仍然可發芽，發芽率分別爲 20.0 % 與 15.9 %，菌絲較短但依然可生長，由此可知，*A. scrobiculata* 孢子可耐較高之鉀濃度，本項事實或可說明本菌種經常可在海邊或鹽分地較高的土壤中發現之原因。

在六種菌根菌孢子的發芽試驗中，*Glomus mosseae* 孢子發芽率最高可達 85.8 %，菌絲長度平均最長可達 13.0 mm/spore，而單一孢子菌絲長度最長可達 37 mm；*G. occultum* 孢子發芽率最高可達 73.4%，菌絲長度平均最長可達 12.5 mm/spore，而單一孢子菌絲長度最長可達 35 mm，由此可知，本試驗所使用之發芽條件適合這兩種菌種。*Entrophospora kentinensis* 孢子發芽率最高可達 90.0%，但菌絲長度平均最長爲 0.9 mm/spore，而單一孢子菌絲長度最長爲 1.8 mm，孢子發芽率很高，但菌絲長度不算長，適合菌絲生長之條件尚需進一步研究。*Acaulosopra morrowiae* 孢子發芽率最高爲 58.5%，菌絲長度最長爲 3.7 mm/spore。根據筆者先前之調查結果[5]，*A. morrowiae* 孢子大部份分布在土壤 pH 值 7.0 以下，較喜歡酸性土壤，而本試驗所採用的 pH 值爲 7.0，若降低溶液的 pH 值，應可再提高發芽率與菌絲生長。*G. versiforme* 孢子發芽率最高爲 45.5%，菌絲長度最長爲 39.3 mm/spore，根據 Daniels and Trappe[7] 報導，適合 *G. versiforme* 孢子發芽的條件爲 18~25℃，水份在 30%以上，pH 值在 7.0~ 7.4，發芽率可達 80%。本試驗所使用之發芽條件皆符合上述條件，而發芽孢子的菌絲長度夠長，但發芽率只有 45.5%，造成發芽率偏低的原因，可能是孢子冷藏的時間過久，本菌種在 5℃中冷藏時間長達 18 個月。在 *G. occultum* 的孢子發芽試驗中發現，*G. occultum* 菌絲不易被染色劑染色，這種特殊現象已有研究者提出(Morton,1998, http//:invam. caf. wvu. edu)，但原因尚不清楚。

由孢子的發芽試驗可知，*Acaulospora scrobiculata*，*A. morrowiae*，*Entrophospora kentinensis* 與 *Glomus versiforme* 在磷酸根離子濃度 4 mM（124 mg/kg-P）以下，菌根菌孢子皆可順利發芽，菌絲正常生長。*G. mosseae* 在磷酸根離子濃度 2 mM(62 mg/kg-P)時，發芽率不受影響，但菌絲生長開始明顯下降。 *G. occultum* 對磷較敏感，在磷酸根離子濃度 0.4 mM（12.4 mg/kg-P）時，菌根菌孢子可順利發芽，菌絲正常生長，磷酸根離子濃度 1 mM（31 mg/kg-P）以上，則菌根菌發芽率明顯下降。叢枝菌根菌孢子在鉀-磷酸鹽溶液中之發芽率與菌絲生長，雖不能與孢子在土壤中之發芽情形劃上等號，但亦可作爲篩選菌根菌之參考。

引用文獻

1. 呂斯文、張喜寧。1989。蘆筍菌根之生理研究(二) 菌根染色法之比較。國立臺灣大學農學院研究報告 29:112-117。
2. 呂斯文、張簡秀容、張喜寧。1995。利用穴植盤培育番茄菌根苗及其田間生長之反應。中國園藝 41：54-67。
3. 呂斯文。1994。囊叢枝菌根菌之無土介質接種，接種源生產及菌種篩選研究。國立臺灣大學園藝學研究所博士論文。
4. 林素禎。1998。臺灣囊叢枝內生菌根菌之生態與其應用之研究。國立臺灣大學農業化學研究所博士論文。P.12-50。

5. 林素禎、洪崑煌、吳繼光。2000。囊叢枝內生菌根菌在臺灣代表性土壤中之分布。中華農業研究 49(4)：65-80。

6. 郭魁士。1974。土壤學。中國書局印行。之宜出版社。臺灣省永和市。P.245-246。

7. Daniels, B. A., and J. M. Trappe. 1980. Factors affecting spore germination of the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus Epigaeus*. Mycologia 72: 457-471.

8. Daniels, B. A., and H. D. Skipper. 1982. Methods for the recovery and quantitative estimation of progagules from soil. pp. 20-45. In：Methods and Principles of Mycorrhizal Research . (Schenck, N. C., ed.). The American Phytopathological Soc., St. Paul, Minnesota, USA.

9. Giovannetti, M., and B. Mosse. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol. 84: 489-500.

10. Gomori, G. 1955. Preparation of buffers for use in enzyme studies. In : Methods in Enzymology 1 (S. P. Colowick & N. O. Kaplan, eds.), pp.138-146. Academic Press, New. York.

11. Hawksworth, D. L., P. M. Kirk, B. C. Satton, and D. N. Pegler. (Eds.) 1995. Dictionary of the Fungi. Eighth edition. p.437. University Press, Canbridge.

12. Hepper, C. M. 1983. Effect of phosphate on germination and growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Trans. Br. Mycol. Soc. 80: 487-490.

13. Hepper, C. M., G. A. Smith. 1976. Observation's on the germination of Endogone spores. Trans. Br. Mycol. Soc. 66:189-194.

14. Kormanik, P. P. and A. C. McGraw. 1982. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizae in plant roots. pp. 37-45. In：Methods and Principles of Mycorrhizal Research. (Schenck, N. C., ed.). The American Phytopathological Soc., St. Paul. MN.

15. Koske, R. E. 1981. Gigaspora Gigantea: observations on spore germination of a VA-mycorrhizal fungus. Mycologia 73: 288-300.

16. Koske, R. E., and B. Tessier. 1983. A convenient, permanent slide mounting medium. Newsletter Mycol. Soc. Amer. 34: 59.

17. Kucey, R. M. N. and E. A. Paul. 1983. Vesicular arbuscular mycorrhizal spore populations in various Saskatchewan soils and the effect of inoculation with Glomus mosseae on faba bean growth in greenhouse and field trials. Can. J. Soil Sci. 63:87-95.

18. Mayo, K., R. E. Davis., And J. Motta. 1986. Stimulation of germination of spores of Glomus versiforme by spore-associated bacteria. Mycologia. 78:426-431.

19. Menge, J. A. S., N. M. Davis, and V. Minassian. 1977. Mycorrhizal fungi associated with citrus and their possible interactions with pathogens. Proc. Int. Soc. Citriculture 3:872-876.

20. Menge, J. A., D. Steirle, D. J. Bagyaraj, E. L. V. Johnson, and R. T. Leonard. 1978. Phosphorus concentration in plants responsible for inhibition of mycorrhizal infection. New Phytol. 80:575-578.

21. Miranda, J. C. C.DE, P. J. Harris, and A. Wild. 1989. Effects of soil and plant phosphorus concentrations on vesicular-arbuscular mycorrhiza in sorghum plants. New Phytol. 112:405-410.

22. Miranda, J. C.C.DE., and P. J. Harris. 1994. Effects of soil phosphorus on spore germination and hyphal growth of arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytol. 128: 103-108.

23. Mosse, B. 1959. The regular germination of resting spores and some observations on the growth requirements of an Endogone sp. causing vesicular mycorrhiza. Trans. Brit. Mycol. Soc. 42:273-286.

24. Mosse, B. 1962. The establishment of vesicular-arbuscular mycorrhiza under aseptic conditions. J. Gen. Microbiol. 27:509-520.

25. Mosse, B. 1972. Growth *of Endogone* Mycorrhiza in Agar Medium. 93pp. Rothamsted Experimental Station. Annual Report for 1971.

26. Sanders, F. E. 1975. The effect of foliar-applied phosphate on the mycorrhizal infection of onion roots. p. 261-276. In：Endomycorrhizae. (Sanders, F. E., B. Moss ,and P. B. Tinker, eds.). Academic Press, London.
27. Tommerup, I. C. 1983. Spores dormancy in vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Trans. Br. Mycol. Soc. 81:37-45.
28. Wilson, G. W. T., B. A. Daniels Hetrick, and D. Gerschefske Kitt. 1989. Suppression of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus spore germination by nonsterile soil. Can. J. Bot. 67:18-23.

The Influence of Phosphate on the Spore Germination and Hyphal Growth of Arbuscular Mycorrhizal Fungi [1]

Su-Chen Lin [2,4] and Chi-Guang Wu [3]

Summary

This study was mainly conducted to explore the influence of phosphate on the spore germination and hyphal growth of six common arbuscular mycorrhizal fungi in Taiwan soil. The six tested mycorrhizal fungi included *Acaulospora scrobiculata, A. morrowiae, Entrophospora kentinensis, Glomus mosseae, G. occultum, and G. versiforme.* Among these species, the best condition for spore germination of *E. kentinensis,* and *G. mosseae* was achieved at the 〔PO_4^{-3}〕 0.4~10 mM and their ranges of germination rate were 73.3~90.0% and 71.8~85.8% respectively. As the 〔PO_4^{-3}〕 increased to 20 mM, the spore germination rates of both species declined to ＜20%. The spore germination was completely inhibited when 〔PO_4^{-3}〕 reached to 40 mM. Both *A. morrowiae* and *A. scrobiculata* showed better spore germination rate at the ranges of 44.3~58.5% and 49.7~63.8% respectively, when 〔PO_4^{-3}〕 was lower than 4 mM. The highest spore germination rate of *G. versiforme* was 45.5% at 〔PO_4^{-3}〕 2 mM. *G. occultum* seemed very much sensitive to phosphorus, and could not tolerate more than 〔PO_4^{-3}〕 1 mM. The hyphal length of *E. kentinensis* was only 0.3~0.5 mm/spore at 〔PO_4^{-3}〕 0.4~10 mM. As the 〔PO_4^{-3}〕 reached to 20 mM, all of the spore germination was suppressed. The germination rate of *G. mosseae* was not affected at 〔PO_4^{-3}〕 2 mM, but the length of hyphal growth decreased significantly. The hyphal growth of *A. morrowiae, A. scrobiculata,* and *G. versiforme* was significantly suppressed when 〔PO_4^{-3}〕 was higher than 10 mM. Both spore germination and hyphal growth of *A. morrowiae* and *E. kentinensis* were similar as found in potassium sulfate and potassium phosphate solutions. It was inferred that not only phosphate but also potassium ion might exert certain influence to these two species.

Key words: Mycorrhiza, Phosphorus, Potassium.

---

1. Contribution No.2118 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: July 3, 2002.
2. Assistant Researcher, Department of Agricultural Chemistry, TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Formerly, Associate Researcher, Department of Agricultural Chemistry, TARI. Presently, Director, Taiwan Salt Biotech. 2nd Factory, Tainan, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, E-mail: linmay@wufeng.tari.gov.tw ; Fax: (04)23302805.

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 51(3):31~38(2002)

金門地區植物寄生性線蟲相調查初報 [1]

陳殿義 [2] 李有世 [3] 顏志恒 [4] 蔡東纂 [5,6]

摘要：自民國 90 年 9 月 4 日至 91 年 4 月 23 日止，採集金門地區果樹、蔬菜、高粱、小麥及觀賞行道樹等主要植物之 316 個根圈土樣，以改良式柏門氏漏斗分離法分離植物寄生性線蟲。在 12 種果樹之 89 個土樣中，共計分離到 10 個屬線蟲，按出現頻率(appearance frequency)高低依序爲 *Xiphinema, Rotylenchulus, Scutellonema, Helicotylenchus, Hemicriconemoides, Meloidogyne, Trichodorus, Tylenchulus, Criconemoides* 及 *Hoplolaimus*。在 18 種蔬菜之 46 個土樣中共計分離到 *Scutellonema, Helicotylenchus, Pratylenchus, Trichodorus* 及 *Meloidogyne* 等 5 個屬線蟲，其中以 *Scutellonema* 之出現頻率和蟲口密度較高；在高粱之 62 個土樣上共計分離到 10 屬線蟲，按出現頻率高低依序爲 *Tylenchorhynchus, Criconemoides, Scutellonema, Trichodorus, Xiphinema, Pratylenchus, Hoplolaimus, Helicotylenchus, Hemicriconemoides* 及 *Meloidogyne*；在小麥之 44 個土樣上共計發現 *Tylenchorhynchus, Trichodorus, Criconemoides, Helicotylenchus, Scutellonema, Meloidogyne* 和 *Pratylenchus* 等 7 個屬線蟲，而前述二種互爲輪作之作物皆以 *Tylenchorhynchus* 之出現頻率及蟲口平均數目最高。在 10 種觀賞行道樹之 75 個土樣上共計發現 *Xiphinema, Helicotylenchus, Scutellonema, Rotylenchulus, Meloidogyne, Hemicriconemoides, Criconemoides, Longidorus, Trichodorus* 及 *Tylenchorhynchus* 等共 10 屬線蟲，其中以前面 2 屬爲最主要線蟲，其餘線蟲則少量零星發現。綜合金門地區調查結果共計發現 13 屬植物寄生性線蟲，其中以 *Xiphinema*、*Scutellonema* 和 *Helicotylenchus* 爲最常見，其出現頻率依序分別爲 26.3％, 25.6％及 20.9％。

關鍵詞：植物寄生性線蟲、金門、高粱、劍線蟲、螺旋線蟲。

前　　言

隨著兩岸於民國 90 年元旦正式實施小三通，金門和馬祖等離島地區與中國大陸之正式或非法走私之經貿往來日益頻繁。由於該離島地區接近大陸東南部之浙江和福建二省之沿海地區，故無論在氣候型態、栽培作物種類及生態環境等均頗爲類似，因此一旦大陸的病蟲害入侵後，將很容易在當地生存繁殖，甚且可能藉由人員旅遊或物資運送等途徑而將新病蟲害傳入台灣本島。由於金門等離島地處偏遠，有關該地區之病蟲害發生資料相當缺乏，因此在擬定防檢疫政策時，首先應儘速針對當地現有之病蟲害進行全面性調查或資料補充。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2120 號。接受日期：91 年 9 月 12 日。
2. 本所植物病理組助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 金門縣政府動植物防疫所約僱人員。福建省　金門縣　金湖鎮。
4. 國立中興大學農業推廣中心助理研究員。臺灣省　臺中市。
5. 國立中興大學植物病理系副教授。臺灣省　臺中市。
6. 通訊作者，電子郵件：tttsay@mail.nchu.edu.tw；傳眞：(04)22876712。

台灣地區最具規模的作物線蟲相調查為 1970 至 1971 年間，由黃氏等人[3]就本島果樹、蔬菜、花卉、雜糧、特用作物、樹木及其他共 140 種植物進行採樣，結果共計有 27 屬(genera)之植物寄生性線蟲存在於植物根圈土壤中。林氏[2]於 1982 年報導本省共發現 15 屬 29 種的植物寄生性線蟲，而迄 1997 年止，蔡氏[8]累計目前共有 30 屬 38 種之多，惟其中多數線蟲屬未有種類記錄，且已知種類之形態鑑定資料大部分亦付之闕如。金門縣總面積為 150.46 平方公里，可耕地面積約 60 公頃，全年降雨量多在 4 至 9 月，年平均降雨量為 1049.4 公厘，屬於亞熱帶海洋性氣候。金門島內最古老的地層以花崗片麻岩為主，土壤概以砂土及裸露之紅壤土為主，土壤貧瘠，加上秋冬季風強勁，雨量稀少，因此僅適合高梁和小麥等旱作雜糧及部份蔬果等。本研究初步旨在調查金門島地區各種主要果樹、大宗作物高梁和小麥、蔬菜專業栽培區及觀賞樹木之根圈土壤中存在之植物寄生性線蟲屬種類，並與台灣本島已記錄之資料做一比較，供國內檢防疫單位進行政策擬定及施行之參考。

材料與方法

本次調查自民國 90 年 9 月 4 日至 91 年 4 月 23 日止，採集金門縣除列嶼鄉外之果樹、蔬菜、高粱、小麥及觀賞行道樹木等主要植物之根圈土壤，共計 316 個土樣。果樹及觀賞樹木之土樣以單一植株為單位，採取植株周圍 3 點之根圈土置入塑膠封口袋中混合成一包；蔬菜、高粱及小麥之土樣以各種蔬菜園及各田區為單位，依面積大小，逢機選取 5-10 點之土樣混合成一包。前述每一包土樣至少 500 公克，攪拌均勻後，每包土樣再分成 3 個各 100 公克之次樣品，再以改良式柏門氏漏斗分離法(modified Baermann's funnel method)[4,14]分離線蟲。其分離方法為在 60 孔目的網篩上放置二張平板式衛生紙，將 100 公克之土樣平鋪於紙面上，再移至木板製分離架上直徑約 20 公分之不鏽鋼漏斗內，漏斗底部之細柄上連接一小段橡皮管，其下另一端銜接一指形管，而後注入清水至覆滿土表面為止，靜置 24 小時後，取下指形管，以吸管吸出內含懸浮液於小型玻璃培養皿內，於放大 12-80 倍之解剖顯微鏡下檢視各屬植物寄生性線蟲，而其各屬線蟲之形態特徵則以 Mai, W. F. 等[17]之檢索表為依據。

結果與討論

果樹之植物寄生性線蟲調查

採集金寧鄉埔邊和頂埔下、金城鎮山前及金湖鎮惠民農莊和下新厝等主要果樹園區之根圈土樣，在 12 種果樹之 89 個土樣中共計分離到 10 屬之植物寄生性線蟲(表 1)，其中依序以劍線蟲(*Xiphinema* spp.)、腎形線蟲(*Rotylenchulus* spp.)及螺旋線蟲(*Helicotylenchus* spp.)等 3 屬線蟲為最常見，其次為根瘤線蟲(*Meloidogyne* spp.)、螺旋線蟲(*Scutellonema* spp.)及殘根線蟲(*Trichodorus* spp.)。經調查結果顯示，龍眼樹根圈土中以鞘線蟲(*Hemicriconemoides* spp.)為最主要線蟲，其出現頻率(appearance frequency)高達 89％，而且蟲口數量在部分植株根圈土壤中頗高，其次為柑桔線蟲(*Tylenchulus* spp.)，但是在台灣本島上則未有鞘線蟲存在之記錄[4]。在惠民農莊和山前之二處番石榴園中，以螺旋線蟲(*Scutellonema* spp.)之出現頻率 62％為最高，其次為根瘤線蟲之 31％，其中前述之螺旋線蟲在惠民農莊之發生相當普遍，且部分植株之蟲口數為每百公克土中超過 300 隻以上，其對植株生育之影響有待進一步評估，且該屬線蟲在台灣之番石榴上未有發現資料記錄[1,4]；另在山前地區則以根瘤線蟲為主，根系上根瘤明顯, 植株亦生長不良，經訪查農民得知該批種苗來自台灣，目前該線蟲在台灣本島及全世界的番石榴產區都是最重要的病原線蟲[1,9,12]。在埔邊及惠民農莊二處之柿樹中以螺旋線蟲(*Scutellonema* spp.)之出現頻率 86％為最高，其次為劍線蟲的 71％，且二屬線蟲之密度亦高，另外亦發現有矛線蟲(*Hoplolaimus* spp.)存在，但該 3 屬線蟲在台灣地區柿樹之調查資料上皆無發現[4]。在果樹類中以枇杷之線蟲相最為複雜，其中除環紋線蟲(*Criconemoides* spp.)外，其餘 9 屬植物寄生性線蟲均可發現，其中以腎形線蟲(*Rotylenchulus* spp.)和劍線蟲為最常見且蟲口數亦多，

其發生頻率皆爲 86％，至於腎形線蟲之種類及危害程度則有待進一步鑑定及評估[15]。在金門 5 個地方所採集的香蕉根圈土樣中，共計分離到 4 屬的植物寄生性線蟲，其線蟲種類不若洪氏等[3]之記錄多，其中除腎形線蟲(*Rotylenchulus* spp.)密度較高外，其他 3 屬線蟲密度皆低，而螺旋線蟲(*Scutellonema* spp.)在台灣地區之香蕉上則未有記錄，另外劍線蟲之形態特徵和前述果樹之劍線蟲明顯不同，其種類仍有待進一步鑑定。梨樹中腎形線蟲和劍線蟲之發生頻率皆達到 100％，但二者蟲口密度皆不高，至於台灣地區則未有前述二屬線蟲記錄[4]，然就筆者最近調查台中縣東勢和新社等地區之梨園，發現劍線蟲普遍存在其中(未發表資料)。在文旦和柳橙中皆發現有劍線蟲存在，尤其是後者劍線蟲之密度頗高，而柑桔類作物中普遍存在之柑桔線蟲則數量相當稀少。番荔枝上以螺旋線蟲(*Scutellonema* spp.)發生最普遍，其次爲劍線蟲和另一屬之螺旋線蟲(*Helicotylenchus* spp.)。木瓜中以螺旋線蟲(*Helicotylenchus* spp.)和腎形線蟲發生最普遍且蟲口密度頗高，二者之出現頻率分別爲 100％和 89％，然後者在台灣之木瓜上未有報告記錄[4]，另外亦有根瘤線蟲發生，其危害情形値得加以重視[13,16]。

蔬菜之植物寄生性線蟲調查

採集金湖鎮后壟和尙義及金寧鄉西堡等三處主要蔬菜栽培區，共採集 18 種蔬菜之 46 個根圈土樣，共計分離到 5 屬植物寄生性線蟲(表 2)。在尙義地區包含全部 5 屬線蟲種類，但以螺旋線蟲(*Scutellonema* spp.)出現頻率 50％最高，其中在部分番茄和清江菜園中更發現該屬線蟲在每百公克土樣中超過 300 隻以上；在后壟地區除前述螺旋線蟲之出現頻率達 50％，另外在蒜青上亦分離到根腐線蟲(*Pratylenchus* spp.)，但其蟲口密度不高；另在西堡地區只發現另一屬螺旋線蟲(*Helicotylenchus* spp.)，發生頻率及蟲口密度皆不高。由上述調查結果顯示，金門地區蔬菜園中以螺旋線蟲發生最普遍，而根瘤線蟲病害之發生並不嚴重，另外在熱帶及亞熱帶地區非常重要的腎形線蟲則未發現，此一情形和黃氏等[4]之報告明顯不同，尤其是螺旋線蟲(*Scutellonema* spp.)在其所列之蔬菜一項中皆不曾分離到。

表 1. 金門地區果樹之植物寄生性線蟲種類及其出現頻率

Table 1. Appearance and frequency of plant-parasitic nematodes in fruit trees in Kinmen

Plant	No. of samples	Nematode[z]									
		Cri.	*Hel.*	*Hemi.*	*Hop.*	*Mel.*	*Roty.*	*Scu.*	*Tri.*	*Tyl.*	*Xip.*
Longan(龍眼)	19	－[x]	－	+ (89)[y]	－	+ (16)	+ (26)	－	+ (21)	+ (37)	+ (32)
Guava(番石榴)	19	+ (11)	+ (37)	－	－	+ (21)	+ (11)	+ (63)	+ (16)	－	+ (16)
Papaya(木瓜)	9	－	+ (100)	－	－	+ (33)	+ (89)	+ (33)	+ (11)	－	+ (22)
Sugar apple(釋迦)	7	－	+ (57)	－	－	－	+ (43)	+ (71)	－	－	+ (57)
Persimmon(柿子)	7	－	+ (29)	－	+ (29)	+ (14)	－	+ (86)	+ (14)	－	+ (71)
Loquat(枇杷)	7	－	+ (29)	+ (29)	+ (29)	+ (14)	+ (86)	+ (29)	+ (29)	+ (29)	+ (86)
Banana(香蕉)	7	－	+ (29)	－	－	－	+ (29)	+ (29)	－	－	+ (14)
Pear(梨)	5	+ (20)	+ (20)	－	－	+ (60)	+ (100)	－	+ (40)	－	+ (100)
Sweet orange(柳橙)	4	+	+	+	－	－	+	－	+	+	+
Buntan(文旦柚)	2	－	－	－	－	－	+	+	－	+	+
Carambola(楊桃)	2	－	+	－	－	－	－	－	－	－	－
Mango(芒果)	1	－	－	－	－	－	+	－	－	－	+

[z] Abbreviations of nematodes: *Cri., Criconemoides* spp.; *Hel., Helicotylenchus* spp.; *Hemi., Hemicriconemoides* spp.; *Hop., Hoplolaimus* spp.;*Mel., Meloidogyne* spp.; *Roty., Rotylenchulus* spp.; *Scu., Scutellonema* spp.; *Tri., Trichodorus* spp.; *Tyl., Tylenchulus* spp.; *Xip., Xiphinema* spp.

[y] Data in parentheses indicating the appearance frequency (％) = No. of samples with nematode/ No. of samples tested.

[x] "+":present; "－":absent.

高粱和小麥之植物寄生性線蟲調查

高粱和小麥爲金門地區最大宗之二種作物，二者在不同季節以輪作方式種植，其種植面積以金沙鎭地區最大。此次調查先在金門本島四鄉鎭共計採集高粱田之 62 包土樣，總計發現 10 屬植物寄生性線蟲(表 3)，其中環紋線蟲(*Criconemoides* spp.)、螺旋線蟲(*Scutellonema* spp.)、矮化線蟲(*Tylenchorhynchus* spp.)及劍線蟲等 4 屬線蟲在四個地區皆可發現。在金城鎭和金湖鎭所調查的結果顯示，各屬線蟲的出現頻率平均且蟲口密度不高，但在金沙鎭之矮化線蟲，其出現頻率達 84 % 且部分土樣所含該屬線蟲之蟲口密度頗高，另外環紋線蟲亦相當普遍；在金寧鄉則以根腐線蟲(*Pratylenchus* spp.)和環紋線蟲爲主，二者之出現頻率分別爲 55 % 和 50 %，而上述三個地區普遍發生的矮化線蟲則相對的稀少。比較台灣地區之報告顯示[4,5]，劍線蟲、螺旋線蟲(*Scutellonema* spp.)及矛線蟲在台灣之高粱田中尙無記錄， 三者對高粱生育之影響則有待進一步探討。另外依據國外之報告，對高粱生育及產量有顯著影響的線蟲爲矮化線蟲[18]、根腐線蟲[11]及根瘤線蟲[10]，但在本次調查中，根瘤線蟲只在金沙鎭地區發現，其出現頻率僅爲 3 %。在隨後小麥田採集

表 2. 金門地區蔬菜之植物寄生性線蟲種類及其出現頻率

Table 2. Appearance and frequency of plant-parasitic nematodes in vegetables in Kinmen

Locality	Plant	No. of samples	Nematode[z]				
			Heli.	*Meloi.*	*Pratyl.*	*Scut.*	*Tri.*
Jinhu Jen Shiashintsuo	Chinese cabbage, carrot, lettuce, radish, mustard Taro, garlic	10	—[x]	—	+(10)[y]	+(50)	—
Jinhu Jen Shangyi	Cauliflower, garlic, carrot, Welsh onion, cabbage, Chinese cabbage, celery, Pai-tsai, tomato Field mustard Sweet pepper Garland chrysanthemum	26	+(8)	+(4)	+(12)	+(50)	+(8)
Jinning Shiang Shibau	Cabbage, radish, pai-tsai Tomato, garlic, cucumber Welsh onion, ong tsai	10	+(40)	—	—	—	—

[z] Abbreviations of nematodes: Heli., Helicotylenchus spp; Meloi., Meloidogyne spp.; Praty., Pratylenchus spp.; Scut., Scutellonema spp; Tri., Trichodorus spp.

[y] Data in parentheses indicating the appearance frequency (%) = No. of samples With nematode/ No. of samples tested.

[x] "+":present; "—":absent.

表 3. 金門地區高粱和小麥之植物寄生性線蟲種類及其出現頻率

Table 3. Appearance and frequency of plant-parasitic nematodes in sorghum and wheat in Kinmen

Plant	Locality	No. of samples	Nematode[z]									
			Cri.	*Hel.*	*Hemi.*	*Hop.*	*Mel.*	*Pra.*	*Scu.*	*Tri.*	*Tyl.*	*Xip.*
Sorghum	Jincherng Jen	9	+(33)[y]	—[x]	—	+(11)	—	+(33)	+(33)	+(44)	+(22)	+(33)
	Jinsha Jen	31	+(45)	+(6)	—	+(6)	+(3)	+(6)	+(6)	+(32)	+(84)	+(10)
	Jinhu Jen	11	+(18)	—	—	—	—	—	+(45)	+(18)	+(45)	+(27)
	Jinning Shiang	11	+(50)	+(18)	+(9)	+(27)	—	+(55)	+(27)	—	+(9)	+(27)
Wheat	Jincherng Jen	8	+(13)	+(13)	—	—	—	—	—	+(25)	+(25)	—
	Jinsha Jen	16	+(6)	—	—	—	—	+(6)	+(6)	+(19)	+(75)	—
	Jinhu Jen	10	+(30)	+(10)	—	—	+(10)	—	+(20)	+(20)	+(60)	—
	Jinning Shiang	10	+(10)	+(20)	—	—	+(10)	—	+(10)	+(10)	—	—

[z] Abbreviations of nematodes: *Cri., Criconemoides* spp.; *Hel., Helicotylenchus* spp.; *Hemi., Hemicriconemoides* spp.; *Hop., Hoplolaimus* spp.; *Mel., Meloidogyne* spp.; *Pra., Pratylenchus* spp.; *Scu., Scutellonema* spp.; *Tri., Trichodorus* spp.; *Tyl., Tylenchorhynchus* spp.; *Xip., Xiphinema* spp.

[y] Data in parentheses indicating the appearance frequency (%) =. No. of samples with nematode/ No. of samples tested

[x] "+":present; "—":absent.

之 44 個土樣中，環紋線蟲、殘根線蟲、矮化線蟲及二類之螺旋線蟲仍可分離到，但其出現頻率及蟲口密度除矮化線蟲外，其餘皆明顯下降，另外在前期作物高粱中存在之矛線蟲和劍線蟲則尚未發現，有關高粱和小麥輪作對土壤中不同植物寄生性線蟲存活及作物生育之影響則有待進行試驗加以釐清。

觀賞與行道樹木之植物寄生性線蟲調查

調查金門全島之木麻黃、檸檬桉、樟樹、台灣欒樹、榕樹、木棉、楓樹、龍柏、小葉欖仁及松等 10 種觀賞及行道樹木，共採集 75 個根圈土樣，總計分離到 10 屬之植物寄生性線蟲(表 4)，其中以螺旋線蟲 (Helicotylenchus spp.)和劍線蟲爲最常見，其次爲另一屬之螺旋線蟲(*Scutellonema* spp.)，其餘線蟲屬則零星發現，其中針線蟲(*Longidorus* spp.)則僅在榕樹上發現。參較黃氏等(4)之報告上所列樹木一項皆未有劍線蟲和螺旋線蟲(*Scutellonema* spp.)之記錄，而另一屬螺旋線蟲(*Helicotylenchus* spp.)則同樣普遍發生。

綜合上述各類植物之調查結果，金門地區總計發現 13 屬之植物寄生性線蟲(表 5)，其中劍線蟲、螺旋線蟲(*Scutellonema* spp.)及螺旋線蟲(*Helicotylenchus* spp.)在全部土樣中之出現頻率依序爲 26.3％、25.6％及 20.9％，此一結果和台灣地區作物線蟲調查中之各屬線蟲出現頻率明顯不同[4]，在該調查報告中，劍線蟲和螺旋線蟲(*Scutellonema* spp.)之出現頻率皆低於 1％，其中後者僅在唐菖蒲作物上發現，而另一屬螺旋線蟲則同樣超過 20％。在寄主範圍上，殘根線蟲和二類之螺旋線蟲在上述五類調查植物中皆可發現，其中尤以螺旋線蟲(*Scutellonema* spp.)爲最普遍且蟲口密度最高，由此可見此屬線蟲在金門地區之寄主範圍及分佈區域似乎頗爲廣泛，然此一屬螺旋線蟲，陳及蔡氏[7]近年在台灣本島僅在台北縣淡水鎮楓樹湖、台中縣后里鄉及苗栗縣南庄鄉等三處金花石蒜園中發現，經形態鑑定爲 *Scutellonema brachyurum*，另外在台中市大坑和台南縣東山鄉之麻竹園，南投縣埔里鎮和台東縣太麻里鄉之金針花及苗栗縣大湖地區之玉米田上亦分離到該屬線蟲(未發表資料)，但在本省主要的果樹上則尚未發現此一屬線蟲[5]，至於金門和台灣地區所發現之該屬螺旋線蟲是否皆爲相同種則有待進一步鑑定。另外劍線蟲雖在金門的果樹、小麥及觀賞行道樹上普遍存在，但在蔬菜園及小麥田中則尚未發現，至於其種類和台灣地區之異同則有待進一步形態測定確認[6]。另外根腐線蟲是台灣地區許多果樹之重要病原線蟲，但是在金門地區所調查的 12 種果樹上則尚未出現，然在部分蔬菜園和高粱田中則有零星發現，有關其線蟲種類則有待進一步鑑定。

表 4. 金門地區觀賞行道樹之植物寄生性線蟲種類及其出現頻率

Table 4. Appearance and frequency of plant-parasitic nematodes in ornamental plants other than field crops in Kinmen

Plant	No. of samples	Nematode[z]									
		Cri.	*Hel.*	*Hemi.*	*Lon.*	*Mel.*	*Roty.*	*Scu.*	*Tri.*	*Tyl.*	*Xip.*
Casuarina equisetifolia	14	－[x]	＋(71)[y]	－	－	－	－	－	－	－	＋(43)
Eucalyptus citriodora	4	－	＋	－	－	－	－	＋	－	－	＋
Cinnamomum camphora	7	－	＋(14)	－	－	－	＋(14)	＋(29)	－	－	＋(29)
Koelreuteria henryi	5	－	－	－	－	－	－	＋(20)	－	－	＋(100)
Ficus microcarpa	10	＋(10)	＋(40)	＋(10)	＋(10)	－	－	－	－	＋(10)	＋(60)
Bombax ceiba	5	－	＋(20)	－	－	＋(20)	＋(40)	＋(20)	＋(20)	－	＋(20)
Liquidambar formosana	5	－	＋(40)	－	－	－	－	－	－	－	＋(60)
Juniperus sp.	5	－	＋(20)	－	－	－	－	－	－	－	＋(20)
Terminalia sp.	5	－	－	－	－	＋(20)	－	＋(40)	－	－	－
Pinus sp.	15	－	＋(13)	－	－	－	－	－	－	－	＋(47)

[z] Abbreviations of nematodes: *Cri., Criconemoides* spp.; *Hel., Helicotylenchus* spp.; *Hemi., Hemicriconemoides* spp.;*Lon., Longidorus* spp.; *Mel., Meloidogyne* spp.; *Roty., Rotylenchulus* spp.; *Scu., Scutellonema* spp.; *Tri., Trichodorus* spp.; *Tyl., Tylenchorhynchus* spp.; *Xip., Xiphinema* spp.

[y] Data in parentheses indicating the appearance frequency (％) = No.of samples with nematode/ No. of samples tested.

[x] "+":present; "－":absent.

表5. 金門地區植物寄生性線蟲種類及其出現頻率

Table 5. Genera of nematodes and their appearance and frequency in Kinmen

Genera of nematode	Appearance frequency [z] (%)
Criconemoides	11.4
Helicotylenchus	20.9
Hemicrconemoides	7.0
Hoplolaimus	3.2
Longidorus	0.3
Meloidogyne	6.6
Pratylenchus	5.1
Rotylenchulus	12.3
Scutellonema	25.6
Trichodorus	12.0
Tylenchorhynchus	17.4
Tylenchulus	3.5
Xiphinema	26.3

[z] A total of 316 samples were investigated.

誌　　謝

本研究承行政院農業委員會動植物防疫檢疫局「90農發-13.4-檢-04(2)」計畫經費補助，特致謝忱。

引用文獻

1. 李明達、陳珠惜、蔡東纂、林奕耀。1998。番石榴線蟲病害之調查與防治。植物保護學會會刊 40:265-275.
2. 林奕耀。1982。線蟲研究。行政院科技顧問組植保聯繫協調小組報告 319-339 頁。
3. 洪元平、洪文禮、陳珠惜。1966。台灣香蕉寄生性線蟲種類及其分佈。植物保護學會會刊 8:221-226。
4. 黃炤雄、蔡雲鵬、林奕耀、杜金池、黃修斌。1972。臺灣植物寄生線蟲。中研院植研所專刊第一號 61 頁。
5. 陳殿義、蔡東纂、杜金池。1995。台灣主要作物植物寄生性線蟲種類及分佈情形之初步調查。植物保護學會會刊 37：447
6. 陳殿義、蔡東纂。1996。本省劍線蟲屬(*Xiphinema* spp.)種類初步調查及鑑定。植物保護學會會刊 38：373-374
7. 陳殿義、蔡東纂。1996。金花石蒜之重要線蟲-*Scutellonema brachyurum*。植物病理學會刊 6：215
8. 蔡東纂。1997。可能入侵台灣之植物病原線蟲及其防止對策。植物保護學會會刊 39:33-61。
9. Anorga-Morales, J., and Rldriguez-Fuentes, M. E. 1978. Importancia de los niveles de infestacion de *Meloidogyne* sp., en el cultivo de la guayaba. Centro Agricola. Revista Cientifica de la Facultad de Ciencias Agricolas 5:47-53.
10. Bridge, J., Jones, E., and Page, L. J. 1976. *Meloidogyne acronea* associated with reduced growth of cotton in Malawi. Plant Dis. Rep. 60:5-7.
11. Chevres-Roman, R., Grsoo, H. D., and Sasser, J. N. 1971. The influence of selected nematode species and number of consecutive plantings of corn and sorghum on forage production, chemical composition of plants and water use efficiency. Nematropica 1: 40-41.

12. Cuadra, R., and Quincosa, A. 1982. Comportamiento de differentes especies de Psidium como patrones para guayabos resistentes a *Meloidogyne* (Nematoda: Heteroderidae). Ciencias de la Agricultura 13:19-26.
13. Darekar, K. S., and Mhase, N. L. 1986. Effect of initial inoculum levels of *Meloidogyne incognita* on growth parameters of papaya seedlings. International Nematology Network Newsletter 3:4-5.
14. Dropkin, V. H. 1980. Introduction to Plant Nematology. Univ. Missouri. Columbia. 293 pp.
15. Inserra, R. N., Vovlas, N. 1980. The biology of *Rotylenchulus macrodoratus*. J. Nematol. 11:56-62.
16. Lamberti, F., Rohini, H. M., Ekanayake, V. and Zacheo, F. 1980. Effect of two *Meloidogyne* species on the growth of pawpaw seedlings. Indian J. Nematol. 10:225-230.
17. Mai, W. F., Mullin, P. G., Lyon, H. H., and Loeffler, K. 1996. Plant-Parasitic Nematodes－A Pictorial Key to Genera. Cornell University Press. NY., 219 pp.
18. Smolik, J. D. 1977. Effects of *Trichodorus allius* and *Tylenchorhynchus nudus* on growth of sorghum. Plant Dis. Rep. 61:855-858.

A Preliminary Investigation on Plant-Parasitic Nematodes at Kinmen[1]

Diann-Yih Chen[2], Yu-Shyh Lee[3], Jyh-Herng Yen[4]

and Tung-Tsuan Tsay[5,6]

Summary

Three hundred and sixteen rhizosphere soil samples mainly collected from fruit trees, vegetables, sorghum, wheat and ornamental trees in Kinmen were surveyed from September, 2001 through April, 2002. There are total of 10 genera of plant-parasitic nematodes were found from the 89 soil samples of 12 species of fruit trees, and the appearance frequency varied from high to low was *Xiphinema, Rotylenchulus, Scutellonema, Helicotylenchus, Hemicriconemoides, Meloidogyne, Trichodorus, Tylenchulus, Criconemoides* and *Hoplolaimus.* 46 soil samples from 18 species of vegetable fields were surveyed, *Scutellonema* spp. was the most important among 5 genera of nematodes including *Scutellonema, Helicotylenchus, Pratylenchus, Trichodorus* and *Meloidogyne.* The nematode fauna of 62 soil samples from sorghum fields comprised 10 genera of nematodes. Among them, *Tylenchorhynchus, Criconemoides, Scutellonema and Xiphinema* existed at each of the four localities surveyed, the other 6 genera of nematodes including *Trichodorus, Pratylenchus, Hoplolaimus, Helicotylenchus, Hemicriconemoides* and *Meloidogyne* were found occasionally and the densities of these nematodes were not high. The nematode fauna of 44 soil samples from wheat fields, mostly rotated with sorghum, included 7 genera of the nematodes of sorghum, but not *Xiphinema, Hoplolaimus and Hemicriconemoides.* The genera of nemaotodes isolated from 75 soil samples of 10 species of ornamental trees were *Xiphinema, Helicotylenchus, Scutellonema, Rotylenchulus, Meloidogyne, Hemicriconemoides, Criconemoides, Longidorus, Trichodorus* and *Tylenchorhynchus.* Among them, *Xiphinema* and *Helicotylenchus* were the most important. According to the above survey data, a total of 13 genera of plant-parasitic nematodes existed in this island, and the most important genera of nematodes were *Xiphinema, Scutellonema* and *Helicotylenchus,* with appearance frequency 26.3%, 25.6% and 20.9%, respectively.

Key words: Plant-parasitic nematode, Kinmen, Sorghum, *Xiphinema, Scutellonema.*

---

1. Contribution No.2120 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: September 12, 2002.
2. Assistant Researcher, Department of plant pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Project assistant, Animal and Plant Health Inspection Center of Kinmen county, ROC.
4. Assistant researcher, Agricultural Extension Center, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.
5. Associate professor, Department of Plant Pathology, NCHU, Taichung, Taiwan, ROC.
6. Corresponding author, Email: tttsay@mail.nchu.edu.tw ; Fax:(04)22876712.

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 51(3):39~44(2002)

飼育外米綴蛾的合適飼料量[1]

吳 子 淦[2,3]

摘要：在本試驗中以相同體積的米糠與碎玉米均勻混合作為外米綴蛾的飼料。以二公升飼料，並灑上 0.3g 外米綴蛾卵，平均每公升飼料可以飼養出 1786 至 2169 隻外米綴蛾，是合適的飼育組合。開始飼育外米綴蛾以後，飼料內溫度會逐漸升高，在成蛾開始羽化前的一段時間，溫度達到最高。而後飼料溫度漸行降低，趨近於室溫。

關鍵詞：外米綴蛾、溫度、飼料。

前 言

外米綴蛾(*Corcyra cephalonica* Stainton, Lepidoptera: Pyralidae)是取食倉儲穀物的害蟲，但是此蛾的卵卻是寄生蜂(*Trichogramma* spp.)及草蛉(*Mallada* spp.)最好的代用宿主或食餌。利用外米綴蛾的卵大量繁殖此兩類天敵，然後釋放到田間，可以有效的防治許多種重要的經濟害蟲(1,3,7)。外米綴蛾的大量飼育工作因而一直受到重視，不斷的有報告探討此蛾的飼育方法(2,4,5,6)。

吳(2)提出一套外米綴蛾幼蟲的大量飼育技術及收集成蛾的方法，可以節省很多人工，很值得採行。但是該報告沒有同時探討配合此技術使用的飼料用量。飼料量是一個影響飼育成效的重要因素，飼料太厚或太薄都會使羽化率降低(4)。供給的飼料太多時，飼料沒有完全被幼蟲取食，形同浪費。太少時，幼蟲會因食物不足而發育不良。

此外，在大量飼育外米綴蛾的過程中，發現每年的夏季及冬季期間，外米綴蛾的羽化數一直少於春秋兩季羽化的數量。顯然外米綴蛾的飼育成效受到溫度變化的影響。雖然許多試驗已經闡釋了在特定溫度下外米綴蛾的生長和飼育結果(4,5,6)。不過，除了外界溫度的影響之外，更需要考慮到的是飼料內的溫度變化。外米綴蛾幼蟲潛藏在飼料當中取食及生長，這個活動會使飼料的溫度產生變化。此溫度變化直接反應出外米綴蛾幼蟲的活動情況，應當受到更大的重視。然而直接測定飼料溫度變化的相關探討卻很缺乏。

不恰當的飼料量以及不合適的飼育溫度都會降低外米綴蛾的飼育效率，增加生產成本。本試驗比較不同飼料用量以及調查飼料溫度的變化，藉以提供往後大量飼育外米綴蛾時的參考。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2121 號。接受日期：91 年 9 月 15 日。
2. 本所應用動物組助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 通訊作者，電子郵件：wutk@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23302804。

材料與方法

外米綴蛾的飼養

外米綴蛾(*Corcyra cephalonica*)幼蟲的飼育器材及方法與吳[2]的報告相同。先將相同體積的碎玉米及米糠均勻混合作爲飼料，再將此種飼料放入塑膠材質的飼育盆中(容量 12 公升)，然後在飼料表面均勻的灑上外米綴蛾卵。最後以紗網貼住盆口，以防止孵化的幼蟲逃逸或其它昆蟲入侵。所有的飼育盆全部放置在一間飼育室內。

飼料量對外米綴蛾飼養的影響

於本試驗中使用不同量的飼料及接種不同量的外米綴蛾卵，藉以比較飼育效果。共有四種處理，分別是：2L.(公升)飼料，灑上 0.3g 的外米綴蛾卵；3L.飼料，0.3g 卵；4L.飼料，0.3g 卵；以及 4L.飼料，0.6g 卵。每種處理包含 3 個飼育盆，每隔 5 天記錄各個飼育盆中飼料的溫度及當時的室溫。成蛾開始羽化後，在每天的上午收集成蛾，並且記錄數量。試驗分別在 1998 年 5 月 25 日(Experiment I)，6 月 4 日(Experiment II)及 6 月 12 日(Experiment III)進行，各次均持續進行 120 天。

外米綴蛾成蛾的收集

收集成蛾的步驟是先將覆蓋在飼育盆上的紗網掀開一角，伸入吸塵器(philips, Vision 8847)的吸管，先吸走開口附近的成蟲，然後逐漸加大掀起的開口，以方便吸塵器操作。成蛾在上午時段並不活躍，收集的工作不致於驚擾成蛾。吸取成蛾的同時也一併計算蛾數。

外米綴蛾飼養過程的溫度記錄

在外米綴蛾飼育期間，以冷氣機調整飼育室的溫度，使室溫維持在 25 至 30°C 之間。室溫調查，是觀察懸掛在飼育室中間及四個角落的溫度計，以這五處溫度的平均值當作是飼育室的室溫。飼料溫度的調查方法，則是以電子溫度計(廠牌 Wisewind)的細長金屬探針，直接刺透紗網深入飼育盆內，測量飼料中心的溫度。

資料統計與分析

利用 Excel 進行各種數據平均值及 SD(Standard Deviation)數値的分析，以及使用 Statgraphics 統計軟體進行 Duncan's multiple range test，顯著水準爲 5%。

結果與討論

不同飼料量的飼育效果比較

在 5 月 25 日(Experiment I)、6 月 4 日(Experiment II)及 12 日(Experiment III)起共進行三次飼料量的比較試驗，結果如表 1。飼育盆內的飼料量不等，分別是 2、3 及 4L.(公升)，但是都撒上 0.3g 外米綴蛾卵時，在 5 月份開始的試驗結果顯示，4L.飼料量所得的蛾數明顯的比 3L.飼料的蛾數多，但是和 2L.飼料所飼養出的蛾數間沒有差異(5%顯著水準)。在 6 月份的兩次調查則更明確的顯示，不管飼料量的多寡，所飼育出的蛾數在統計上都沒有區別，意即供應較多的飼料並不會飼養出更多的成蛾。若是飼料量相同，接種加倍的外米綴蛾卵，結果也是一樣，並不會有更多的成蛾羽化(表 1)。例如都是 4L.的飼料，分別接上 0.3g 或 0.6g 蛾卵，得到的蛾數沒有差異。表 1 的結果明確的說明每一飼育盆所能飼育出的成蛾數是一定的。

儘管各處理之間所能飼育出的蛾數都很相當，但是若比較每 L.飼料的飼育效率，卻可以發現，2L.飼料接種 0.3g 外米綴蛾卵的處理，飼育效果最好。最終每 L.可以得到 1786、1897 及 2169 隻的成蛾，明顯的優於其它處理平均每 L.飼料所能飼養出來的蛾數(表 1)。

已有報告指出最佳的飼料厚度是 2 至 4cm[4]或者是 3.8cm 以下[5]。本次試驗使用的飼育盆，若裝載 2L.飼料，在飼育初期，飼料厚度是 3 至 4cm，至飼育末期，飼料厚度降爲 2.5 至 3cm。符合最佳飼料厚度的

要求。因此，無論是從飼育效率或是飼料厚度來作比較，2L.都是很合適的飼料量。

調查 6 月 12 日接種的試驗，經由記錄其成蛾羽化的情形，可以發現，外米綴蛾成蟲在接種後 40 天開始羽化，50 至 90 天是主要的羽化期，大多數成蛾都在這段期間羽化(圖 1)。但是 4L.飼料並且接上 0.6g 蛾卵的處理，成蛾累計速度是最慢的(圖 1)。雖然最後所得到的蛾數是 4249 隻，與其它處理 4547 隻、4783 隻及 4337 隻相當(表 1)。在外米綴蛾飼育過程中也發現，此蛾都在飼料表層化蛹，其繭和飼料顆粒緊密纏繞，使上層飼料結成硬塊。因此在飼育盆內飼料表面積固定不變的情況下，飼料表層能化蛹的空間也就有限。飼養密度愈高，將會有愈多的幼蟲無法得到化蛹空間，不能順利羽化。已有報告[6]也指出高密度飼養會使幼蟲發育緩慢。因此提高飼育密度並不會得到更多的成蛾，反而會延緩成蛾羽化時間(圖 1)。

飼育過程中飼料的溫度變化：

外米綴蛾幼蟲在飼料中取食生長，飼料的溫度會產生變化(圖 2)。無論是不同的飼料量，或是不同的飼養密度，飼育過程中溫度變化的情形都很相似。在開始飼育外米綴蛾後 20 天，就可以測得飼料溫度升高，和室溫有了差距。在成蛾開始羽化之前的一段時間，也就是接種後 30 至 40 天左右，各種處理的飼料溫度分別高於室溫 5 至 7℃，達到 32 至 34℃。之後隨著羽化蛾數增多，亦即飼料中的幼蟲數減少，飼料溫度開始降低，逐漸趨近於室溫(圖 2)。但是採用 4L.飼料的處理，飼料溫度還是有比其它處理高的趨勢，較薄的飼料有較低的溫度(圖 2)。使用 2L.飼料的處理，在大部份的調查期間，比其它處理的飼料溫度低 2 至 3℃。直接調查飼料溫度變化的情形，可以作爲調整飼育室溫度及監測幼蟲生長情形的依據。

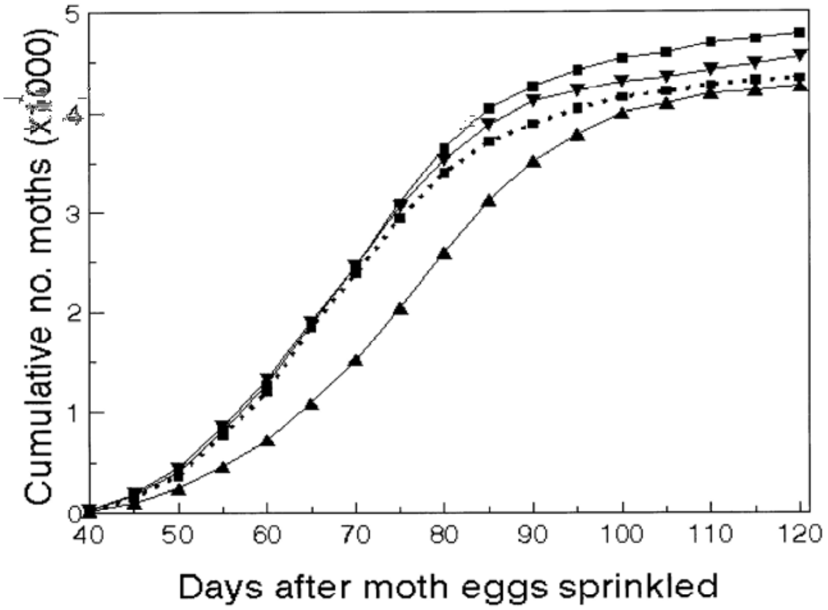

圖 1. 不同飼料量所飼育出來的外米綴蛾成蟲數量累計情形。

Fig. 1. The cumulation of *Corcyra cephalonica* adults emerged from different amounts of diet. The experiment began on June, 12. 1998. The volume of diet used and weight of rice moth eggs sprinkled were —▲:4 L., 0.6g; ▼:4 L., 0.3g; ■— :3 L., 0.3g; - ■- :2 L., 0.3g., respectively.

本試驗的結果說明，固定大小的容器所能飼育出來的外米綴蛾成蛾數是一定的，供給太多的飼料或是過高的飼養密度並無法養出比較多的成蛾。本試驗中 2L.的飼料，並且接上 0.3g 的蛾卵，是飼育外米綴蛾最合適的組合。

表 1. 不同接種量及飼料量飼育外米綴蛾的效果比較

Table 1. Comparisons of the numbers of adult rice moths emerged from the treatments with different amounts of larval diet and eggs sprinkled

Treatment		Exp. I		Exp. II		Exp. III	
Liter dict /tray[z]	Corcyra eggs sprinkled(g)	No. moths emerged[y]	Mean no. /L. diet	No. moths emerged	Mean no. /L. diet	No. moths emerged	Mean no. /L. diet
4	0.6	3773±861 ab	943 a	2046±416 a	512 a	4249±44 a	1062 a
4	0.3	4084±526 b	1021 a	2971±587 ab	743 a	4547±555 a	1137 a
3	0.3	2658±1050 a	886 a	2743±1676 ab	914 a	4783±326 a	1594 b
2	0.3	3571±258 ab	1786 b	3794±12 b	1897 b	4337±203 a	2169 c

[z] A mixture of equal volume of rice bran and ground corn.

[y] Mean ±SD. Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

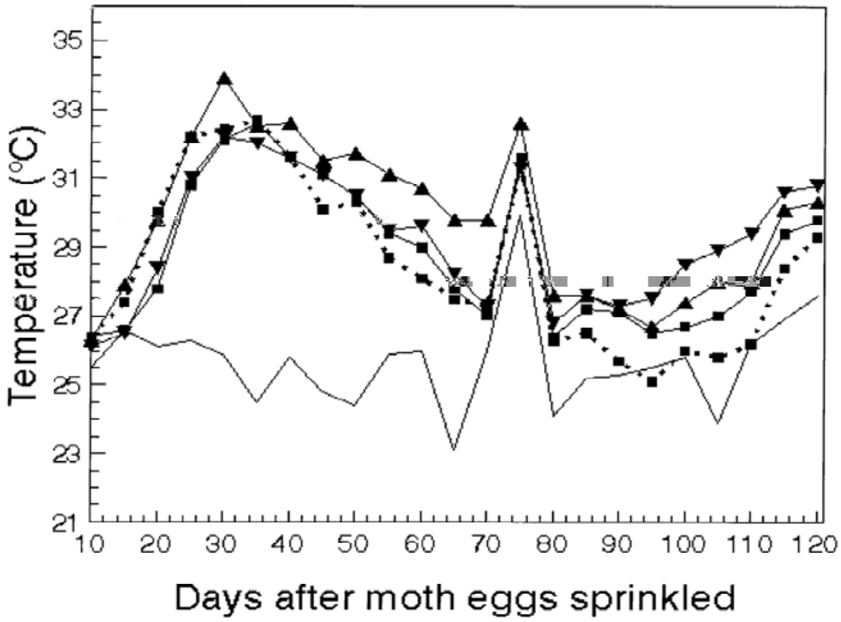

圖 2. 外米綴蛾飼育過程中飼料溫度的變化情形。

Fig. 2. Temperature fluctuation in the diet during the period of rearing of rice moth, *Corcyra cephalonica* Stainton. The experiment began on June, 12. The line "___ " is room temperature.

引用文獻

1. 阮哲宏、陳健忠、鄭文義。1994。以外米綴蛾散卵繁殖赤眼卵蜂。臺灣糖業研究所研究彙報 146:23-31。
2. 吳子淦。1993。外米綴蛾飼育及成蛾收集方法之改進。中華昆蟲 13:9-15。
3. 吳子淦。1995。以基徵草蛉及選擇性殺蟎劑綜合防治柑桔潛葉蛾、柑桔葉蟎及柑桔銹蟎。中華昆蟲 15:113-123。
4. 陳素瓊、彭武康、歐陽盛芝。1999。 卵密度和食物厚度對外米綴蛾發育與產卵之影響。宜蘭技術學報 3: 35-41。
5. 鄭文義、洪相信。1996。飼料厚度與飼養外米綴蛾。臺灣糖業研究所研究彙報 154: 1-14。
6. 鄭文義、洪相信。1996。外米綴蛾飼養密度。臺灣糖業研究所研究彙報 153:39-58。
7. 鄭文義、陳先明、王瑞圖。1999。蔗螟與玉米螟赤眼卵蜂對不同寄主卵之寄生力。臺灣糖業研究所研究彙報 166:19-34。

The Amount of Diet Suitable for Rearing Rice Moth, *Corcyra cephalonica* Stainton[1].

Tze-Kann Wu[2,3]

Summary

A mixture of equal volume of rice bran and ground corn was used as a larval diet for rearing rice moth, *Corcyra cephalonica* Stainton. The best result was obtained by sprinkling 0.3g moth egg on two-liter diet, which produced 3571 to 4337 adult moths. Diet temperature rose as *Corcyra* larvae developed and reached the highest just before adult moths beginning to emerge. After that, the diet temperature decreased gradually to room temperature.

Key words: Rice moth, *Corcyra cephalonica,* Temperature, Diet.

1. Contribution No.2121 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: September 15, 2002.
2. Assistant Entomologist, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, E-mail: wutk@wufeng.tari.gov.tw ; Fax:(04)23302804.

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 51(3):45~55(2002)

金門產金花蟲科 (昆蟲綱：鞘翅目)昆蟲 [1]

石憲宗 [2,4]　何琦琛 [2]　吳文哲 [3]

摘要：本文爲金門地區農業有害昆蟲的調查研究，共記錄 8 屬 10 種金花蟲科昆蟲，其中黃足黑守瓜(*Aulacophora lewisii* Baly)、黃守瓜(*Aulacophora indica* (Gmelin))、黑額雙黑紋金花蟲(*Physosmaragdina nigrifrons* (Hope))、台龜甲甘薯金花蟲(*Cassida (Taiwania) circumdata* Herbst)、鈍角台龜甲金花蟲(*Cassida (Taiwania) obtusata* Boheman)、斑鞘豆金花蟲 (*Pagria signata* (Motschulsky))等 4 屬 6 種金花蟲爲金門地區的首次記錄。文中包含每種金花蟲的同物異名、採集資料、診斷特徵、分布、寄主植物或棲所、以及經濟重要性等資料。存證標本存放於行政院農業委員會農業試驗所應用動物組昆蟲與蟎類標本館。

關鍵詞：臺灣、金門、金花蟲科。

前　　言

有關我國行政區所屬各島嶼的農業昆蟲與蟎類研究，幾乎以臺灣本島爲主，其餘如金門群島、澎湖群島、蘭嶼、馬祖列嶼、綠島、琉球嶼與龜山島等各島之昆蟲學研究，除少數幾種農林作物重要害蟲稍有研究資料之外，其他多數偏向以昆蟲資源調查或某一昆蟲分類群之研究爲主。金門群島的昆蟲與蟎類相關研究，在 1992 年以前的戰地政務實驗時期，主要以蝴蝶相[5]、林木害蟲[1]及益蟲調查[19]爲主，共計 3 篇；1995 年金門國家公園成立至今，相關的昆蟲相研究有了明顯增加，已知共計有 11 篇金門的昆蟲研究報告[2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 20, 22, 23]。

由於臺灣離島居民僅能就其所居住的各島地質、氣候等天然因素，栽培適合的作物，因此其生活所需的重要糧食與水果多數自臺灣輸入，各島的農作物病蟲害防治資訊也多參考自臺灣的相關研究資料[1, 9]，少數栽培的農作物或民俗植物，因缺乏經濟重要性，其病蟲害資訊更是缺乏。雖然臺灣與所屬各島的作物相大致相同，但各島因所處動物地理區的略有不同，致使生物相亦有差異，此一事實卻不可輕易忽視。爲進一步建立我國各離島完整的農業昆蟲與蟎類的資料，作者等人乃將近年來調查所採獲的農業昆蟲與蟎類逐步鑑定，並加強與國內外同行合作研究。本文首次針對金門地區 10 種與農業有關的金花蟲作一分類與經濟重要性的研究，期供我國植物保護從業人員有一基本資料可供參考。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2122 號。接受日期：91 年 9 月 21 日。
2. 本所應用動物組助理研究員、研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立臺灣大學昆蟲學研究所教授。臺北市。
4. 通訊作者，電子郵件：htshih@wufeng.tari.gov.tw；傳眞機：(04)23302804。

材料與方法

野外調查方法

由金門縣動植物防疫所提供金門地區農作物相關資料，然後選定金門島與烈嶼島的農耕地及鄰近的非耕地為調查樣區。調查方法包含非定點設置採集(目視法、徒手採集、掃網法)進行農作物昆蟲調查，與定點設置採集(於金門防疫所附近設置馬氏網)。

掃網(Sweep net)：以掃網法對金門農作物進行害蟲種類普查，耕地鄰近之非農業地區亦予以一併調查。掃網是由網竿與網袋組成，網竿長度 135 cm；網袋直徑 40 cm、深度 60 cm。以徒步方式，於每一樣區（每樣區內僅含單一作物）逢機掃網 20 次，將所採獲之金花蟲放入夾鏈袋，冷凍處理後，帶回鑑定。

徒手採集(Free hand)：觀察作物上被金花蟲為害的特徵，以目視法找尋昆蟲，將採獲的金花蟲放入夾鏈袋並冷凍處理後，帶回鑑定。

馬氏網(Malaise trap)：本研究所用之馬氏網：最長 160 cm; 最高 180 cm; 寬為 120 cm，以 500 ml 塑膠瓶當為馬氏網的誘殺承接瓶，瓶內盛裝 95%酒精。

本研究之馬氏網設置於金門金湖鎮金門動植物防疫所附近。

標本鑑定與比對

本文採用 Kimoto 及 Takizawa (1994)的分類系統[17, 18]，並參考相關分類文獻與專著[3, 13, 14, 15, 16, 17, 23]，將金門產金花蟲科昆蟲鑑定至屬級與種級。除此，所有標本均與農業試驗所昆蟲與蟎類標本館所蒐藏、且經日籍金花蟲分類學者中條道夫所鑑定之金花蟲標本比對，確認其種類。

存證標本

文中所有檢查的標本，統一存放於行政院農委會農業試驗所應用動物組之昆蟲與蟎類標本館，作為存證標本，供日後學者得以比對或再確認所需。

結　　果

金門農作物金花蟲科昆蟲種類

本研究於金門與烈嶼島調查期間，共計採獲與鑑定 10 種與農業有關的金花蟲，其中黃足黑守瓜(*Aulacophora lewisii* Baly, 1886)、黃守瓜(*Aulacophora indica* (Gmelin, 1790))、黑額雙黑紋金花蟲(*Physosmaragdina nigrifrons* (Hope, 1842))、台龜甲甘薯金花蟲(*Cassida* (*Taiwania*) *circumdata* Herbst, 1790)、鈍角台龜甲金花蟲(*Cassida* (*Taiwania*) *obtusata* Boheman, 1854)、斑鞘豆金花蟲(*Pagria signata* (Motschulsky, 1858)) 等 6 種為金門地區的新記錄種類，甘薯猿葉蟲(*Colasposoma dauricum* Mannerheim, 1849)、黃曲條葉蚤(*Phyllotreta striolat* (Fabricius, 1801))、葡萄十星瓢螢金花蟲(*Oides decempunctatus* (Billberg, 1808))與豬草金花蟲(*Ophraella communa* LeSage, 1986)等 4 種則為已記錄[8, 9, 21]種類。

本文所研究的 10 種金門產金花蟲，在臺灣與福建均有分佈記錄，農業試驗所應用動物組之昆蟲與蟎類標本館亦同時有經中條道夫所鑑定或定名的金花蟲科標本蒐藏。本研究之標本種類確認流程如材料與方法所述。下列結果包含每一種金門產金花蟲的異名表(synonyms)、標本檢查與存放處、分布、寄主植物、經濟重要性等資料詳列如下。

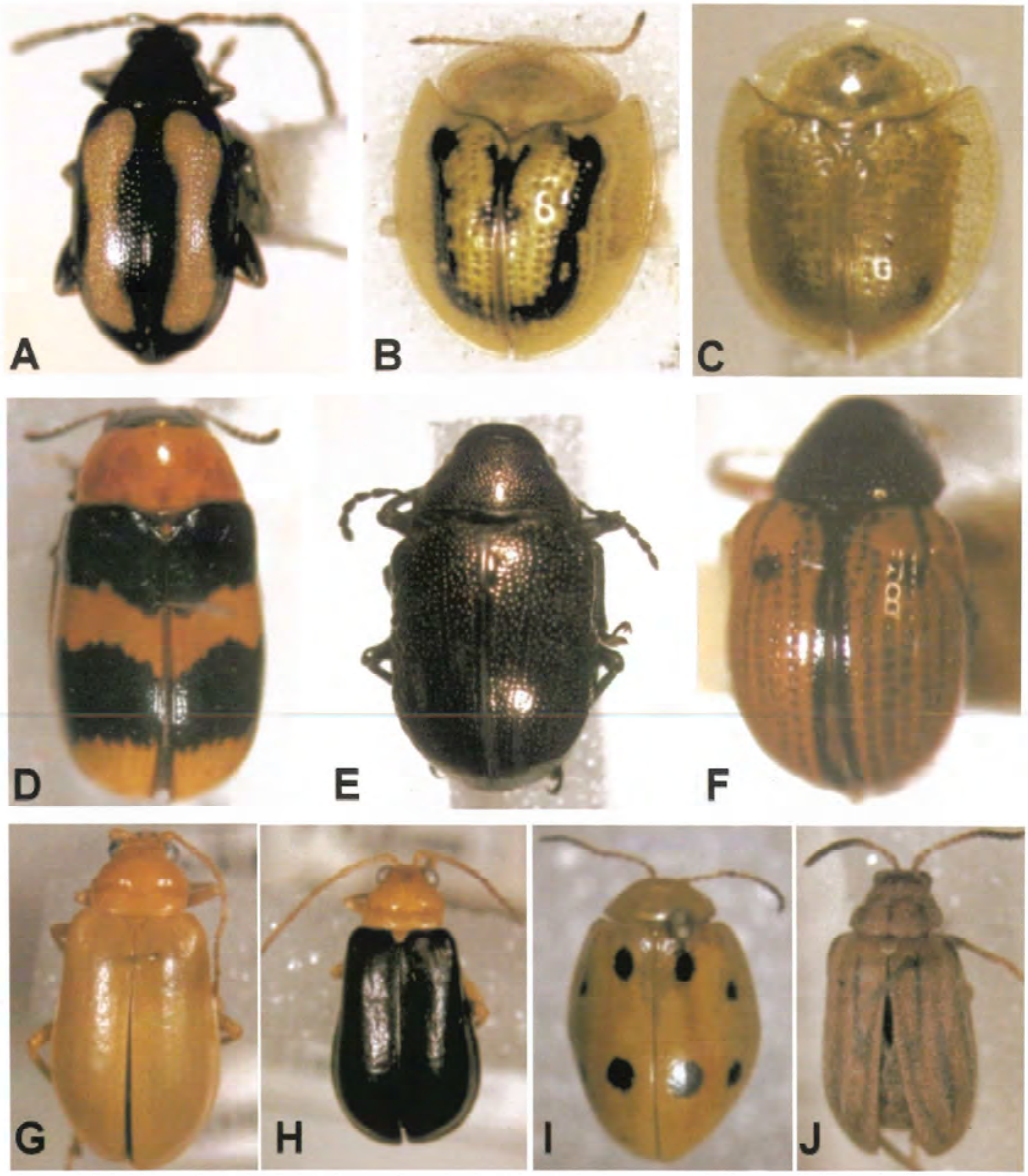

圖 1. 金門產金花蟲。A, 黃曲條葉蚤；B, 台龜甲甘薯金花蟲；C, 鈍角台龜甲金花蟲；D, 黑額雙黑紋金花蟲；E, 甘薯猿葉蟲；F, 斑鞘豆金花蟲；G, 黃守瓜； H, 黃足黑守瓜；I, 葡萄十星瓢螢金花蟲；J, 豬草金花蟲。

Fig. 1. Adults of the Chrysomelidae from Kinmen, Fujian. A, *Phyllotreta striolat* (Fabricius, 1801); B, *Cassida (Taiwania) circumdata* Herbst, 1790; C, *Cassida (Taiwania) obtusata* Boheman, 1854; D, *Physosmaragdina nigrifrons* (Hope, 1842); E, *Colasposoma dauricum* Mannerheim, 1849; F, *Pagria signata* (Motschulsky, 1858); G, *Aulacophora indica* (Gmelin, 1790); H, *Aulacophora lewisii* Baly, 1886; I, *Oides decempunctatus* (Billberg, 1808); J, *Ophraella communa* LeSage, 1986.

跳甲亞科 Subfamily Alticinae

黃曲條葉蚤 *Phyllotreta striolata* (Fabricius, 1801) (圖 1- A)

Crioceris vittata Fabricius, 1801. Syst. El. 1: 469(3, 17, 18).

Crioceris striolata Fabricius, 1803. Index Sys. Eleuth.: 38 (16, 17, 18).

Phyllotreta vittata Miwa, 1931. Dept. Agric. Gov. Res. Inst. Formosa, Japan. Report No. 55: 191 (16, 21).

Phyllotreta striolata Chen, 1934. Ann. Soc. Entomol. France 103: 184 (16, 18).

標本檢查(Specimens examined)：Kinmen: Chinning (金寧), 12♂, 18♀, 24. iv. 2002. Coll. H. T. Shih & C. C. Ho, sweep net, 蘿蔔、清江白菜。

診斷特徵 (Diagnostic characters)：體長 2 至 3mm。體長橢圓形，體背扁平；翅鞘中央具有一黃色縱條，條紋前後兩端向內彎曲，中央外側向內凹陷，中央內側直形。雄蟲觸角第四、五節特別膨大粗壯。

分佈 (Distribution) (3, 13, 16, 17, 18, 21)：歐洲。西伯利亞。北美洲。中國。日本。韓國。泰國。越南。臺灣（臺灣、金門)。琉球群島。蘇門達臘。

寄主 (Host plants) (3, 9, 13, 16)：十字花科(Cruciferae)植物。蘿蔔(*Raphanus sativus* L. var. *acanthiformis* Nakai)與清江白菜爲金門地區春季普遍栽培的十字花科蔬菜，受本蟲爲害嚴重。

經濟重要性 (Economic importance)：十字花科蔬菜重要害蟲。幼蟲食根，取食所造成的傷口常引發腐敗病，造成植株倒伏、腐爛；成蟲食葉，嚴重時整株葉片皆爲窗孔狀食痕，壽命最長達一年，可連續產卵，可於土縫或雜草中越冬(9, 13)。

附記 (Remark)：本種成蟲在中國大陸俗稱爲黃曲條葉蚤，其外部形態與 *Phyllotreta rectilineata* (Chen, 1939)極爲相似(13, 14)，兩種的寄主皆以十字花科植物爲主。在地理分布上，*P. rectilineata* (Chen) 僅分佈於中國、越南與日本(3, 12, 14)，且其翅鞘中央亦有一黃色縱條，條紋前後兩端向內彎曲，中央外側凹入不明顯，內側平直，因此中國大陸稱 *Phyllotreta rectilineata* (Chen)爲黃直條葉蚤(13, 14)。

龜甲金花蟲亞科 Subfamily Cassidinae

台龜甲甘薯金花蟲 *Cassida (Taiwania) circumdata* Herbst, 1790(圖 1- B) 新記錄 (New Record)

Cassida circumdata Herbst, 1790. Natursyst. Kafer 8: 268(16, 17, 18, 21).

Cassida trivittata Fabricius, 1801. Syst. El. 1: 397(16, 17, 18).

Cassida U-fuscum Wiedemann, 1823. Zool. Magaz. 2: 74(16, 17).

Metriona circumdata var. *baeri* Spaeth, 1903. Ann. Mus. Nat. Hung. 1: 130(17, 18).

Metriona circumdata var. *dentata* Maulik, 1913. Rec. Ind. Mus., 1913: 114(17).

Metriona circumdata Miwa, 1931. Dept. Agric. Gov. Res. Inst. Formosa, Japan. Report No. 55: 194(16, 21).

Metriona circumdata ab. *Pescadorensis* Chujo. 1934, Sylvia 5: 161(16, 17, 18).

Cassida cuticula Gressitt, 1938. Lingnan Sci. J. 17: 191(16, 17).

標本檢查：Kinmen: Chinhu (金湖), 1♂, 01- 27.viii.2001. Coll. Y. S. Lee & S. C. Huang, Malaise trap; Chinhu (金湖), 1♀, 11 - 31.vii.2001. Coll. H. T. Shih & S. C. Huang, Malaise trap; Chinhu (金湖), 3♀, 01-27.viii.2001. Coll. Y. S. Lee & S. C. Huang, Malaise trap; Chincheng (金城), 2♀, 11.vii.2001. Coll. H. T. Shih, sweep net, 白花牽牛、槭葉牽牛、蕹菜、甘藷; Liehyu (烈嶼), 2♂, 25.iv.2002. Coll. H. T. Shih & C. C. Ho, by hand, 蕹菜、甘藷。

診斷特徵：體長 4 至 6mm。體近圓形，體背拱起；活體翅鞘呈黃綠色，具金屬光澤，兩鞘翅的黑色斑紋成"U"字形，有時在翅端不完全匯合，中縫有黑斑，黑斑大小及粗細因個體兒有差異，有時完全消失。

分佈(13, 16, 17, 18, 21)：中國。日本。印度。斯里蘭卡。越南。臺灣（臺灣、金門（新記錄))。琉球群島。菲律賓。

寄主：已記錄寄主[13, 16]包含濱旋花(*Calystegia soldanella* (L.) Roem. & Schult.)、甘藷(*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)、蕹菜(*I. aquatica* Forsk.)、*I. palmate* Forsk.、掌葉牽牛(*I. digitata* L.)及槭葉牽牛(*I. cairica* (L.) Sweet.)等旋花科(Convolvulaceae)植物。本研究調查期間於金城鎮發現本種之成、若蟲亦取食白花牽牛(*Ipomoea sinensis* (Desr.) Choisy)之葉部與花器。

經濟重要性：本種爲中國華南各省之甘薯重要害蟲[13]，成蟲和幼蟲均取食葉片，造成葉部呈孔洞或缺刻狀，嚴重時食盡全葉，造成缺苗。

鈍角台龜甲金花蟲 *Cassida (Taiwania) obtusata* Boheman, 1854(**圖** 1- C) **新記錄** (New Record)

Cassida obtusata Boh., 1854, Mon. Cassid. 2: 405 [13, 17, 18, 21].

標本檢查：Kinmen: Chinhu (金湖), 1♂, 01- 27.viii.2001. Coll. Y. S. Lee, S. C. Huang & H. T. Shih, Malaise trap; Chincheng (金城), 1♂, 2♀, 11.vii.2001. Coll. H. T. Shih, sweep net, 甘藷田; Chinning (金寧), 1♂, 1♀, 24. iv. 2002, Coll. H. T. Shih & C. C. Ho, sweep net, 甘藷田。

診斷特徵：體長 3 至 4mm。體呈卵圓形，淡黃至棕黃色。鞘翅較前胸背板基部爲寬，兩側之肩角向前伸出，端部漸狹；兩鞘翅之中央部位隆起，往前延伸至小盾板之間區域呈三角形斜面；隆起部位往兩側向外突伸出前後 2 支隆紋，形成較寬的"X"形，隆紋的前面及側面有凹窪；刻點粗大，排列整齊。

分佈[13, 16, 17, 18, 21]：中國。印度。越南。緬甸。臺灣（臺灣、金門（新記錄））。琉球群島。菲律賓。

寄主：幼蟲與成蟲取食莧科的青葙(*Celosia argentea* L.)或 *Amaranthus* 屬植物[16]，亦有記錄本種成蟲會取食芸香科 *Citrus* 屬植物之葉部[13, 16]。本研究調查期間未於金門地區的芸香科(Rutaceae)作物上發現本種昆蟲。

棲所(Habitat)：於金門地區的甘薯田、雜木林皆可發現成蟲，但未見取食甘薯。

經濟重要性：無經濟重要性。

鋸角金花蟲亞科 Subfamily Clytrinae

黑額雙黑紋金花蟲 *Physosmaragdina nigrifrons* (Hope, 1842)(圖 1- D) 新記錄 (New Record)

Clythra nigrifrons Hope, 1842, Proc. Entomol. Soc. London 1842: 51[15, 17, 18].

Clythra japonica Baly, 1873, Trans. Entomol. Soc. London 18[illegible][15, 17].

Clythra coreana Kolbe, 1886, Arch. Naturg. 52(1): 226[15, 17].

Gynandrophthalma japonica var. *mandarina* Weise, 1887, Horae Soc. Entomol. Ross. 23: 579[15, 17].

Physauchenia kiotoensis Pic, 1927, L'Echange Rev. Linn. 43: 7[17].

Physauchenia atripes Pic, 1927, L'Echange Rev. Linn. 43: 7[15, 17].

Physauchenia submarginata Pic, 1927, L'Echange Rev. Linn. 43: 7[17].

Cyaniris japonica var. *atrobasalis* Pic, 1932, L'Echange Rev. Linn. 59: 13[15, 17].

Cyaniris japonica var. *formosana* Chujo, 1934, Arb. Morph. Tax. Entomol. Berlin Dahlem 1(4): 284[15, 17, 18].

Smargagdina japonica var. *mandarina* Chujo, 1952, Techn. Bull. Kagawa Agric. Coll. 4: 48, 79(18).

Smargagdina nigrifrons Tan et al., 1985, Eco. Inst. Fauna China Vol. 18 Coleoptera: Chrysomelidae (I): 163[14].

Physosmaragdina nigrifrons Kimoto and Takizawa, 1994. Leaf beetles (Chrysomelidae) of Japan. Tokai Univ.: 273[17, 18].

標本檢查：Kinmen: Chinsha (金沙), 5♂, 24.viii.2001. Coll. K. C. Lo, sweep net,

柑橘園中的禾本科草叢 ; Chinsha, 1♀, 12.vii.2001. Coll. H. T. Shih, sweep net; Chinning, 1♀, 10.vii.2001. Coll. H. T. Shih, sweep net, 柿子園中的禾本科草叢。

診斷特徵：成蟲形態診斷特徵：體長 6 至 8mm。頭部黑色，前胸背板呈黃褐或紅褐色，有時於中央部位具有褐色帶狀斑紋；翅鞘呈黃褐或紅褐色，具有兩條黑色橫帶。雌雄成蟲之區辨，在於雌蟲各足跗節

第一節明顯長于第二節，腹部末節腹面中央具一圓凹窩。

分布[13, 14, 15, 17]：中國。韓國。日本。越南。臺灣（臺灣、金門（新記錄））。琉球群島。

寄主：寄主範圍較廣，在日本被記錄的寄主[15]爲千屈菜科的九芎(*Lagerstoemia subcostata* var. *hirtella*)；在中國被記錄的寄主[13, 15]包含殼斗科(Fagaceae)的 *Castanea* 屬植物、楊柳科(Salicaceae)的 *Salix* 屬植物、樺木科(Betulaceae)的 *Corylus* 屬植物，以及禾本科白茅屬、蒿屬、粟屬等植物。

棲所：調查期間於金門島的柑橘、柿子果園中的禾本科草叢，以掃網法採獲本種成蟲，但未發現其寄主。

經濟重要性：尚無爲害農林與畜牧作物之記錄。

肖金花蟲亞科 Subfamily Eumolinae

甘薯猿葉蟲 *Colasposoma auripenne* Motschulsky, 1860(圖 1- E)

Colasposoma auripennis Motsch., 1860. Schrenck's Reisen Amurl. 2: 179[15, 17, 18].

Colasposoma viridicoerulea Motschulsky, 1860. Schrenck's Reisen Amurl. 2: 178[17, 18].

Colasposoma pulcherrimum Baly, 1864. Phytoph.: 15[15, 17].

Colasposoma metallicum Clark, 1865. Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 3, 15: 142[17, 18].

Colasposoma mutabile Baly, 1867. Trans. Entomol. Soc. London, ser. 3, 4(2): 273[15, 17].

Colasposoma capitatum Jacoby, 1889. Ann. Mus. Civ. Genova. 27: 178[17].

Colasposoma affine Lefevre, 1890. Nouv. Arch. Mus. Paris. Ser. 3, 2: 195[17].

Colasposoma oberthuri Jacoby, 1896. Entomolog. 29: 6[17, 21].

標本檢查：Kinmen: Chincheng (金城), 3♀, 11.vii.2001. Coll. H. T. Shih, by hand, 甘藷、蕹菜; Liehyu (烈嶼), 1♂, 1♀, 25.iv.2002. Coll. H. T. Shih, by hand, 蕹菜。

診斷特徵：體長 5 至 7mm，體短寬。頭部刻點十分粗密，刻點間距形成縱皺紋。前胸背板寬約爲長的 2 倍，側緣圓形，前角尖銳。小盾片方形，基半部有刻點。鞘翅隆凸，刻點粗密不均，雌蟲鞘翅外側在基部至中央部位短脊狀橫皺摺；雄蟲的較平滑而無明顯皺摺。雄蟲前足脛節端部明顯膨大，並向內彎；雌蟲不明顯膨大，且較平直。

分布：中國。印度。緬甸。泰國。寮國。柬埔寨。越南。臺灣（臺灣、金門）。琉球群島。馬來半島。婆羅州。蘇門達臘。爪哇。帝汶島。

寄主：甘藷[13, 14]、蕹菜[13, 14]、棉(Gossypium)[15]。

經濟重要性：爲中國華南各省的甘薯重要害蟲。幼蟲取食薯塊部份，被害處呈麻點狀；老熟幼蟲於土中化蛹；成蟲主要取食嫩芽，在幼苗期特別容易造成莖頂折斷，使幼苗枯死[13, 14]。

記述：甘薯猿葉蟲(Colasposoma dauricum)於中國大陸具有兩亞種，分別爲麥頸金花蟲(*Colasposoma dauricum dauricum* Mannerheim, 1849)，寄主爲小麥[13,14]，僅分布於舊北區[13,14,17]；甘薯金花蟲(*Colasposoma dauricum auripenne*(Motschulsky, 1860))寄主爲甘薯，地理分布橫跨舊北區與東方區。除此兩種的雄性外生殖器亦有差異[14]，因此有學者將此兩種提升至種級階層[17]，種名分別爲 *Colasposoma dauricum* Mannerheim, 1849 以及 *Colasposoma auripenne* Motschulsky, 1860)，其中臺灣產甘薯猿葉蟲屬於後者。我國植物保護手冊目前所採用的甘薯猿葉蟲種名爲 *Corasposoma dauricun* Mannerheim[11]，其中屬之名與種之名的字母部份爲錯誤，且定名者亦錯誤，建議應將種名予以更正爲 *Colasposoma auripenne* Motschulsky。

斑鞘豆金花蟲 *Pagria signata* (Motschulsky, 1858)(圖 1- F) 新記錄 (New Record)

Metachroma signata Motsch., 1858, Etud. Entomol. 7: 110[15,17,18].

Nodostoma consimile Baly, 1874, Trans. Entomol. Soc. London 1874: 168[15,17].

Nodostoma flavopustulatum Baly, 1874, Trans. Entomol. Soc. London 1874: 169[15,17,18].

Pagria flavopustulata ab. *bicolor* Weise, 1922, Phil. J. Sci. 21: 451[17].
Pagria signata var. *anceyi* Pic, 1929, Mel. Exot. Entomol. 53: 35[15,17].
Pagria signata var. *rufithorax* Pic, 1929, Mel. Exot. Entomol. 53: 35[15,17].
Pagria signata var. *innotata* Pic, 1929, Mel. Exot. Entomol. 53: 35[15,17].
Pagria signata ab. *ussuriensis* Roubal, 1929, Boll Soc. Entomol. Ital. 61(5-6): 98[15,17].
Pagria signata grandis Chujo, 1938, Arb. Morph. Taxon. Entomol. Berlin- Dahlem 1(5): 61[18].
Pagria flavopustulata Chujo, 1938, Arb. Morph. Taxon. Entomol. Berlin- Dahlem 1(5): 28[18].
Pagria signata grandis Chujo, 1956, Phil. J. Sci., 85(1): 61[17].
Colposcelis signata Gressitt and Kimoto, 1961, Pac. Ins. Mon., 1A: 232[15].

標本檢查：Kinmen: Chinhu (金湖), 1♂, 01- 27.viii.2001. Coll. Y. S. Lee, S. C. Huang & H. T. Shih, Malaise trap,木麻黃爲主的雜木林。

診斷特徵：體長 1 至 3mm。體形呈卵圓形或橢圓形。體色變異大，有深有淡，淡色個體之體背呈棕黃色或棕色，頭部、前胸背板、兩鞘翅中縫與基部橫凹上的斑紋均爲黑色。深色個體除觸角、足部、與鞘翅上的一個黃斑外，其餘均爲黑色。前胸背板略呈六角形。鞘翅較前胸背板基部爲寬，兩側之肩角向前伸出，端部漸狹；兩鞘翅之中央部位隆起，往前延伸至小盾板之間區域呈三角形斜面；隆起部位往兩側向外突伸出前後 2 支隆紋，形成較寬的"X"形，隆紋的前面及側面有凹窪；刻點粗大，排列整齊。

分布[15, 17, 18]：西伯利亞。中國。日本。韓國。印度。緬甸。越南。臺灣（臺灣、金門（新記錄））。琉球群島。菲律賓。印尼。

寄主：大豆及其他豆科植物[13, 15]。

棲所：調查其間以馬氏網法採穫本種雄蟲，棲所環境爲以木麻黃爲主的雜木林。

經濟重要性：本種於中國被記錄爲大豆害蟲，幼蟲主要爲害寄主根部，成蟲則取食寄主葉部[13]。本研究於金門地區調查期間，並未於豆類作物上發現本種昆蟲。

螢金花蟲亞科 Subfamily Galerucinae

黃守瓜 *Aulacophora indica* (Gmelin, 1790)(圖 1- G) 新記錄 (New Record)
Crioceris indica Gmelin, 1790, Linn. Systema Nat. 1(4): 1720[17, 18].
Crioceris testacea Fabricius, 1792, Entomol. Syst. 1: 4[17].
Cryptocephalus indicus Gmelin, 1790, Linn. Systema Nat. 1(4): 1720[3].
Galeruca similis Olivier, 1808, Entomol. 6: 624[17, 18].
Raphidopalpa femoralis Motschulsky, 1857, Etud. Entomol. 6: 37[3, 17].
Aulacophora flavipes Jacoby, 1883, Notes Leyden Mus. 5: 202[17].
Aulacophora similis Baly, 1886, J. Linn. Soc., Zool. 20: 3, 5, 16[17].
Rhaphidopalpa coffeae Allard, 1888, Ann. Soc. Entomol. France 6: 306[17].
Rhaphidopalpa bengalensis Weise, 1892, Dtsche Entomol. Z. 1892: 394[17].
Rhaphidopalpa chinensis Weise, 1892, Dtsche Entomol. Z. 1892: 395[3, 17].
Rhaphidopalpa femoralis Chujo, 1935, Arb. Morph. Taxon. Entomol. Berlin- Dahlem 2(3): 160[18].
Aulacophora similis Chujo, 1962, Phil. J. Sci. 91 (1-2): 82[18].
Aulacophora femoralis Gressitt and Kimoto, 1963, Pac. Ins. Mon., 1B: 486[16].
Aulacophora indica Kimoto, 1970, Khumbu Himal. 3(3): 416[3].

標本檢查：Kinmen: Chincheng (金城), 8♂, 8♀, 11.vii.2001. Coll. H. T. Shih, sweep net, 絲瓜、稜角絲瓜、苦瓜; Chinhu (金湖), 1♀, 11.vii.2001. Coll. H. T. Shih, sweep net, 南瓜、苦瓜; Liehyu (烈嶼), 3♂, 3♀, 11.vii.2001. Coll. H. T. Shih, sweep net, 絲瓜、稜角絲瓜、南瓜、冬瓜、苦瓜。

診斷特徵：體長6至9mm; 體呈橙黃或橙紅色，後胸腹面與腹節腹面黑色，腹部末節呈橙黃色。雄蟲腹部末節腹面中央凹陷; 雌蟲腹部末節腹面呈U字形凹陷。

分佈 (3, 13, 14, 16, 17, 18)：西伯利亞。中國。韓國。日本。尼泊爾。不丹。印度。斯里蘭卡。緬甸。印度安達曼與尼古巴群島。寮國。泰國。柬埔寨。越南。臺灣（臺灣、金門）。琉球群島。菲律賓。印尼薩達群島。新幾內亞。密克羅尼西亞。索羅門群島。斐濟。

寄主：瓜類(3,16)、桃(3)、梨(3)、柑桔(3)、蘋果(3)等。本研究調查期間，僅於金門島與烈嶼島之葫蘆科(Cucurbitaceae)作物(絲瓜、稜角絲瓜、南瓜、冬瓜、苦瓜)發現本蟲爲害。

經濟重要性：本種是瓜類作物的重要害蟲。年發生一至四代(中國北方年發生1代，南方1-3代(3,13)；台灣南部3-4代(11))，成蟲可於雜草、落葉及土縫間越冬，食性廣，幾乎爲害各種瓜類(3)。金門地區於5至9月之間栽培瓜類作物，調查期間發現絲瓜、南瓜、冬瓜、苦瓜等葉部與花瓣，皆有成蟲取食爲害，其食痕爲不規則窗孔狀。

附記：*Aulacophora femoralis* (Mostchulsky, 1857)(11) 爲我國植物保護手冊目前所使用的黃守瓜種名，但是此一種名爲 *Aulacophora indica* (Gmelin, 1790)的同物異名。

黃足黑守瓜 *Aulacophora lewisii* Baly, 1886(圖 1- H) 新記錄 (New Record)

Aulacophora lewisii Baly, 1886, J. Linn. Soc. London 20: 5, 24(3,16,17,18,21).

Orthaulaca cattigarensis Weise, 1892, Dtschc Entomol. Z. 1892: 397(3,16,17,18).

Aulacophora intermedia Jacoby, 1892, Ann. Mus. Civ. Genova 32: 942(16,17).

Aulacophora lewisii Chujo, 1963, Niponius, ed. Chujo 2(5): 24(18).

標本檢查：Kinmen: Chincheng (金城), 11♂, 9♀, 11.vii.2001. Coll. H. T. Shih, by sweeping net, 絲瓜; Chinhu (金湖), 1♀, 11.vii.2001. Coll. H. T. Shih, by hand, 南瓜; Liehyu (烈嶼), 3♂, 3♀, 11.vii.2001. Coll. H. T. Shih, sweep net, 稜角絲瓜、絲瓜。

診斷特徵：體長 5 至 7mm。全體除翅鞘、複眼與大顎頂端爲黑色之外，其餘部分呈黃色或橙紅色。雄蟲觸角3-5節較其餘各節粗；腹末節腹板之中葉呈長方形，中央具一深縱溝。雌蟲腹末節腹板具一山字型微凹。

分布(3,16,17,18,21)：中國。日本。越南。印度。斯里蘭卡。台灣（台灣、金門（新記錄））。東南亞。

寄主：瓜類(3, 13, 16, 17)。

經濟重要性：本種昆蟲於近年來並無特別爲害的報告。調查期間發現本種成蟲較易於金門地區的稜角絲瓜、南瓜、苦瓜田出現，其取食與爲害方式與黃守瓜類似。

葡萄十星瓢螢金花蟲 *Oides decempunctatus* (Billberg, 1808)(圖 1- I)

Adorium decempunctata Billberg, 1808, In Schonher, Syn. Inst. (1- 2)：230(3, 13, 14, 16, 18, 21).

Oides decempunctata Gemminger and Harold, 1876, Cat. Coleop. 12：3555(3).

標本檢查：Kinmen: Chinhu (金湖), 1♂, 10.vii.2001. Coll. H. T. Shih, sweep net, 漢氏山葡萄。

診斷特徵：體長9至14mm。體呈橢圓形，似瓢蟲。鞘翅橙黃色，每翅鞘具有5個黑斑，排列順序爲2-2-1，最後一個斑點有時不明顯或消失。雄蟲腹部末節頂端呈三葉狀，中葉橫寬；雌蟲末節頂端微凹。

分布(3,13,14,16,18,21)：中國。朝鮮半島。寮國。柬埔寨。越南。台灣（台灣、金門）。

寄主：葡萄(*Vitis vinifera* L.) (3, 16)、野葡萄 (3, 13)、漢氏山葡萄 (*Ampelopsis brevipedunculata* (Maxim) Trautv. Var. *hancei* (Planch.) Rehder)。

經濟重要性：在中國大陸本種昆蟲爲葡萄重要害蟲之一。幼蟲和成蟲均食葉，造成葉部缺刻呈孔洞狀，嚴重時可將葉片全部吃光，僅留粗大的葉脈，影響葡萄產量和質量，老熟幼蟲入土化蛹 (3, 13)。

維可氏金花蟲屬 Genus *Ophraella* Wilcox, 1965

豬草金花蟲 *Ophraella communa* LeSage, 1986(圖 1- J)

Ophraella communa LeSage, 1986, Memoirs Entomol. Soc. Can. No. 133. 75pp.[23]

標本檢查：Kinmen: Chinsha (金沙), 12.vii.2001. Coll. H. T. Shih, sweep net, 豬草; Chinhu (金湖), 2♂, 11- 31.vii.2001. Coll. Y. S. Lee, S. C. Huang & H. T. Shih, Malaise trap; Chinhu (金湖), 1♂, 10♀, 01-27.viii.2001. Coll. Y. S. Lee, S. C. Huang & H. T. Shih, Malaise trap; Chinchen (金城), 3♂, 4♀, 23.viii.2001. Coll. S. P. Chen, sweep net, 豬草。

診斷特徵：體長 4 至 5mm。體橢圓形，呈棕色。前胸背板中央有一黑色直條斑，兩側各有一黑斑；翅鞘具有四列黑色條斑，內側兩條斑的分布具個體差異，時而相連，時而分開。雌雄個體大小差異明顯，雌性個體大於雄性。

分布[23]：美洲。日本。台灣（台灣、金門）。

寄主：豬草(*Ambrosia artemisiifolia* L.)、蒼耳(*Xanthium strumarium* L.)、銀膠菊(*Parthenium hysterophorus* L.)、重瓣向日葵(*Helianthus ciliaris* DC)等菊科植物[23]。

經濟重要性：本種昆蟲雖然可取食如豬草、銀膠菊等重要雜草，但其寄主範圍也包含向日葵屬(*Helianthus* spp.)等栽培植物，究其是否宜列爲防治豬草等重要雜草之天敵，仍需審愼評估。

附記：調查期間發現本種昆蟲的幼蟲與成蟲取食豬草的葉部。但未於豬草以外的菊科植物(Asteraceae)發現本種昆蟲。

討　論

金花蟲（Leaf beetles）爲植食性昆蟲，全世界已記錄五萬種以上[17,18]，多數種類與植物關係密切，屬農林作物害蟲，例如科羅拉多甲蟲（*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)）爲害馬鈴薯科植物，爲重要檢疫害蟲。從已有研究資料得知中國之福建省至少有 101 屬 277 種金花蟲[3,13,14]，臺灣本島約有 172 屬 573 種左右[3,13,14,15,16,17,18,21,23]。本文所記錄的 8 屬 10 種金門產金花蟲，於臺灣與中國福建省皆有分布記錄。

然因本研究調查樣區主要是以農地爲主，調查方法主要是以手採與掃網法爲主，未來若欲詳盡調查金門地區的金花蟲種類，需將調查樣區擴大至全島。

此外，本研究調查期間爲瞭解馬氏網法對於採集農業昆蟲是否有幫助，曾於金湖後壟村之某一農地邊緣設置馬氏網(Malaise trap)行定點的調查，歷經一季的調查，共計採獲 3 屬 4 種金花蟲，其中斑鞘豆金花蟲(*Pagria signata* (Motschulsky))其寄主記錄爲豆科植物[13,15]，然而調查期間於農地的豆類作物栽培區卻未有採集記錄；台龜甲甘薯金花蟲*(Cassida (Taiwania) circumdata Herbst)*、鈍角台龜甲金花蟲(*Cassida (Taiwania) obtusata* Boheman)、豬草金花蟲(*Ophraella communa* LeSage)等三種，於同一時期可由馬氏網或掃網法(農業操作環境)採獲。此一初步結果雖未有農地與非農地的馬氏網採集資料可資彼此比對，無法說明馬氏網對於捕捉或監測標的昆蟲效果，但未來從事農業昆蟲資源調查時，似乎可將馬氏網法列入考慮。

誌　謝

本文承審稿委員惠賜諸多寶貴意見，謹此致謝。調查期間蒙方尙仁博士、王清玲博士、童錦松先生、范義彬先生提供相關資料；金門縣動植物防疫所楊鈞任所長、李有世先生與黃小菁小姐提供金門農業訊息與協助野外調查；金門國家公園管理處蘇承基課長與余澄堉先生對採集許可證申請之協助；農業試驗所應用動物組羅幹成組長、錢景秦博士、陳文華博士、陳淑佩小姐協助採集，張雅靜、白淑華、與洪敏玲小姐協助標本製作，作者在此致上最誠懇的感謝。本研究承行政院農委會動植物防檢疫局補助委辦經費(91-管理-5.1-企劃-05)，特申謝忱。

引用文獻

1. 李開盤、何逸民。1990。 金門林木害蟲。金門縣林務所。60 頁。
2. 李俊延、王效岳。1995。金門與馬祖蝴蝶。臺灣省立博物館。342 頁。
3. 汪家社、楊星科、王書永、吳焰玉、姚建、李文柱。1998。武夷山保護區葉甲科昆蟲志。中國林業出版社。213 頁。
4. 何琦琛、石憲宗、陳淑佩、翁振宇。2001。金門蟲蟎相初探。臺灣昆蟲 21(4): 413。
5. 范義彬、張玉珍。1990。金門蝴蝶相之研究。省博年刊 33:1-16。
6. 范義彬、楊平世、何逸民。1998。金門地區的昆蟲(I)蝴蝶。金門縣林務所。47 頁。
7. 范義彬、楊平世、何逸民。2000。金門地區的昆蟲(II)蛾類。金門縣林務所。141 頁。
8. 范義彬、楊平世、何逸民。2000。金門地區昆蟲相之調查研究。國家公園學報 10(1): 128- 143。
9. 張金城、童錦松。1995。金門地區主要作物病蟲害圖鑑。金門農業試驗所。76 頁。
10. 陳建志、楊平世。1998。金門國家公園昆蟲相調查研究。金門國家公園管理處委辦計畫內部報告。32 頁。
11. 植物保護手冊。2000。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印。764 頁。
12. 黃生、徐堉峰、余澄堉。2000。金門國家公園昆蟲多樣性之研究。金門國家公園管理處與國立臺灣師範大學生物學系合作研究報告。30 頁。
13. 鄧國藩。1986。中國農業昆蟲(上冊)。中國科學院動物研究所主編。農業出版社。766 頁。
14. 譚娟杰、虞佩玉、李鴻興、王書永、姜勝巧。1985。中國經濟昆蟲志(第十八冊) - 鞘翅目：葉甲總科(一)。科學出版社。213 頁。
15. Gressitt, J. L., and S. Kimoto. 1961. The Chrysomelidae (Coleopt.) of China and Korea. Part I. Pac. Ins. Mon., 1A: 1-229.
16. Gressitt, J. L., and S. Kimoto. 1963. The Chrysomelidae (Coleopt.) of China and Korea. Part II. Pac. Ins. Mon., 1B: 301-1026.
17. Kimoto, S., and H. Takizawa. 1994. Leaf beetles (Chrysomelidae) of Japan. Tokai University Press. 539 pp.
18. Kimoto, S., and Y. I. Chu. 1996. Systematic catalog of Chrysomelidae of Taiwan (Insecta: Coleoptera). Bulletin of the Institute of Comparative Studies of International Cultures and Societies No. 16. Published by Kurume University. 152pp.
19. Lien, J. C. 1980. Common damselflies and dragonflies of the Quemoy Island (Odonata; Zygoptera, Anisoptera). Bull. Soc. Entomol. 15: 115- 126.
20. Lien, J. C., C. C. Lin., M. H. Weng, and C. Chin. 1996. Biting midges of the genus Culicoides (Diptera, Ceratopogonidae) from Kimen Is. (Quemoy). J. Taiwan Mus. 49(2): 117- 135.
21. Miwa, Y. 1931. A systematic catalogue of Formosan Coleoptera. Dept. Agric. Gov. Res. Inst. Formosa, Japan. Report No. 55. 359 pp.
22. Shih, H. T., and J. T. Yang. 2002. Three New Records Aphrophoridae (Homoptera) of Kinmen Islands. Polish J. Entomol. 71(2/3) (In Press).
23. Wang, C. L., and M. Y. Chiang. 1998. New record of a fastidious chrysomelid, Ophraella communa LeSage (Coleoptera: Chrysomelidae), in Taiwan. Plant Prot. Bull. 40: 185- 188.

Chrysomelidae (Insecta: Coleoptera) from Kinmen[1]

Hsien-Tzung Shih[2,4], Chyi-Chen Ho[2] and Wen-Jer Wu[3]

Summary

Ten species of Chrysomelidae were collected from Kinmen. Among them, *Aulacophora lewisii* Baly, *Aulacophora indica* (Gmelin), *Physosmaragdina nigrifrons* (Hope), *Cassida* (Taiwania) *circumdata* Herbst, *Cassida (Taiwania) obtusata* Boheman, and *Pagria signata* (Motschulsky) were recorded first to Kinmen. The content includes the information of synonyms, collecting data, diagnostic characters, distribution, host plants or habitats, and economic importance for each species. All voucher specimens were deposited in the Insect and Mite Collection of Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Taichung, Taiwan.

Key words: Taiwan, Kinmen, Chrysomelidae.

---

1. Contribution No.2112 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: September 21, 2002.
2. Respectively, Assistant and Research Fellow, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Professor, Department of Entomology, National Taiwan University, Taipei, ROC.
4. Corresponding author, E-mail: htshih@wufeng.tari.gov.tw ; Fax: (04)23302804.

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 51(3):56~64(2002)

臺灣南部地區龍眼害蟲之發生與防治[1]

溫宏治[2,3]　呂鳳鳴[2]　郝秀花[2]　劉政道[2]

摘要：台灣南部龍眼主要產於台南縣南化鄉及高雄縣內門鄉及田寮鄉。民國 85 至 90 年調查發現腹鉤薊馬等 18 種爲新登錄之龍眼害蟲，與前人調查之龍眼蟲類合計達 59 種，包括害蟲 55 種，害蟎 2 種及蝸牛 2 種。其中 6 種列爲重要害蟲，在開花期(3~4 月)以檬果毛管蚜(*Greenidea mangiferae* Takashashi)發生最多，爲害花穗率達 17.4~68.5%；果實發育期(5 月中旬~8 月上旬)以荔枝細蛾(*Conopomorpha sinensis* Bradley)危害最爲嚴重，爲害果率爲 11.2~22.3%；夏梢期(9 月下旬~11 月下旬)以龍眼木蝨(*Neophacopteron euphorine* Yang)爲主，危害葉率爲 8.1~39.0%；休眠期(12 月上旬~2 月下旬)膠蟲(*Kerria lacca* Kerr)較普遍，以田寮鄉危害枝率爲 30.1~84.1%最嚴重；紅蠟介殼蟲(*Ceroplastes rubens* Maskell)爲害葉率 6.9~15.7%；黑翅土白蟻(*Odontotermes formosanus* Shiraki)危害株率爲 16~40%。防治試驗結果：90%納乃得可濕性粉劑 1,000 倍防治龍眼木蝨效果最佳；50%芬殺松乳劑 1,000 倍防治荔枝細蛾效果最好；3%丁基加保扶粒劑及 5%大福松粒劑防治膠蟲效果良好；防治黑翅土白蟻則灌注 40.8%毒絲本乳劑 1,000 倍效果較爲良好。

關鍵詞：龍眼、害蟲、爲害率、防治。

前　　言

龍眼(Dimocarpus longan Lour)爲無患子科亞熱帶果樹，原產大陸南部、緬甸及印度等地區。台灣栽培之龍眼，大都爲早年自大陸引進，由於樹勢強健，風土適應性強，耐旱，分佈遍及全台，根據民國 89 年農業年報台灣地區栽培面積共有 11,674 公頃，主要分佈於台南、南投、高雄、台中、彰化及嘉義等縣。龍眼除生食外，果肉可製成龍眼乾爲傳統食品，可保存許久，亦可製成果醬、罐頭及酒，龍眼花爲優良之蜜源[1,13]。有關其害蟲種類，以往在台灣之記錄有 41 種[2,4,6,7,8,10,14]，事隔多年及農業生態之轉變，爲害龍眼之害蟲種類也隨之而異，而害蟲種類之調查爲防治上重要基礎工作。而在龍眼害蟲防治上，由於害蟲相與荔枝害蟲相近，而且龍眼種植較粗放，一旦害蟲發生大部份比照荔枝防治方法實施，故以後荔枝、龍眼蟲害文獻、防治曆及防治手冊大部份合併敘述[3,8,16,17]。我國加入 WTO 後，開始已有外國要求提供龍眼害蟲資料，但國內龍眼害蟲之完整資料尚缺乏，鑑於此，筆者將近五年來在台灣南部地區調查所得害蟲種類及前人記錄者予以列表，並敘述檬果毛管蚜、龍眼木蝨、荔枝細蛾、膠蟲、紅蠟介殼蟲及黑翅土白蟻等主要害蟲之爲害情形及防治試驗，期能提供果農防治及水果外銷檢疫之參考。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2123 號。 接受日期：91 年 7 月 3 日。
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所副研究員兼系主任、副研究員、助理研究員及研究員兼分所長。臺灣省　高雄縣　鳳山市。
3. 通訊作者，電子郵件：we@fthes-tari.gov.tw；傳眞機：(07)7315590。

材料與方法

害蟲種類及主要害蟲危害調查

自民國 85 年 7 月至 90 年 12 月，以台灣南部龍眼主要產地包括高雄縣鳳山市、田寮鄉、旗山鎮、內門鄉、大樹鄉、台南縣南化鄉及屏東縣高樹鄉，作龍眼害蟲之採集、記錄、飼養及鑑定種類等工作。

主要害蟲危害調查工作於民國 86 年 7 月至 89 年 7 月於台南縣南化鄉、高雄縣田寮鄉、內門鄉及鳳山市等處進行，每處於各類害蟲發生期前往調查，每處每次調查 20 株，調查方法如下：

檬果毛管蚜：每株調查 10 個花穗，計算花穗上之蚜蟲數，並將之分級，即每花穗含蚜蟲 0~5 隻爲 1 級，6~10 隻爲 2 級，11~20 隻爲 3 級，21~30 隻爲 4 級，31 隻以上爲 5 級，依下列公式換算危害度(%)[19]。

$$\text{危害度(\%)} = \frac{\Sigma\ (\text{等級} \times \text{該等級被害花穗數})}{5 \times \text{調查花穗數}} \times 100\%$$

龍眼木蝨、紅蠟介殼蟲：每株逢機隨意調查 50 葉片(中老葉)，計算葉片爲害數，再換算危害葉率。

荔枝細蛾：結果期間每株逢機採回新鮮果實 50 粒，並檢拾地上所有落果，於室內利用刀切或剝殼方式，檢視果實是否遭受爲害。

膠蟲：每株逢機調查 5 個枝幹，計算每一枝幹之總枝條數及膠蟲爲害枝條數，計算其危害枝率。

黑翅土白蟻：每一處另增加調查 30 株，檢視株幹上是否有白蟻危害所築之蟻泥，凡存有蟻泥者即視爲被害，計算其危害株率。

防治試驗

龍眼木蝨：民國 88 年 9 月~10 月於高雄縣田寮鄉進行，供試龍眼植株爲 10 年生，試驗處理有 50%芬殺松(Fenthion)EC 1,000 倍、40.8%陶斯松(Chlorpyrifos)EC 1,000 倍、33%福木松(Formothion)EC 660 倍，90%納乃得(Methomyl)WP 1,800 倍、85%加保利(Carbaryl)WP 850 倍、50%撲滅松(Fenitrothion) EC 1,000 倍及不施藥共 7 處理，田間採逢機完全區集設計，1 株 ×7 處理 ×4 重複＝28 株，施藥一次，施藥前及施藥後 7 日、14 日及 21 日調查藥效，調查時每株取樣葉片 30 葉，鏡檢計算葉片上之成活若蟲數作爲比較。

荔枝細蛾：民國 89 年 5~7 月於高雄縣田寮鄉進行，試驗各處理和藥劑種類均與龍眼木蝨試驗相同，唯每 10 天噴藥一次，連續 3 次，第 3 次施藥後 7 及 14 日調查藥效，即每株逢機取樣果實 200 粒，於室內剝開果皮檢視是否遭荔枝細蛾爲害，作爲比較。

膠蟲：民國 87 年元月於室內盆栽龍眼植株(株高約 60 公分)，待植株成活後於當年 5 月接種膠蟲幼蟲，後於 9 月開始作盆栽穴施粒劑防治試驗，試驗處理有 22.5%陶斯松(Chlorpyrifos)G 10 克及 20 克、3%加保扶(Carbofuran)G 10 克及 20 克、5%大福松(Fonofos)G 10 克及 20 克、3%丁基加保扶(Carbosulfan)G 10 克及 20 克與不施藥對照共九處理，每處理 2 株，4 重複共 72 株，共穴施粒劑一次，施藥後每個月調查一次，連續調查 4 次，調查時每株計算總枝條數及膠蟲爲害枝條數，作爲比較，膠蟲之存活辨別方法，係以針插入膠體，抽出以面紙拭之，紙上如呈現有鮮紅色彩者爲活體，否則爲死體。

黑翅土白蟻：本試驗於民國 89 年 3 月，選定試驗株(有新築蟻泥者)32 株，由於白蟻爲害之植株分佈不均勻，故試驗植株分散於 5 個果園，每株依植株株幹之粗細(以土壤淺溝灌注處理)施以不同藥劑量，即植株株幹粗小於 30 公分者，灌注 40.8%陶斯松乳劑 2,000 倍藥液 1 公升，介於 30 至 100 公分者灌注 3 公升，大於 100 公分者灌注 5 公升。施藥後 10、20 及 30 日分別調查藥效，調查方法係每株輕輕用挑針剝開蟻泥道 2 條，每條約 15 公分，迅速計算泥道內之成活白蟻數作爲比較。

結果與討論

害蟲種類調查：龍眼害蟲種類，經筆者於民國 85 年至 90 年在台灣南部調查結果，新登錄害蟲有櫟刺蚜、黃綠綿介殼蟲、腹鉤薊馬、赤帶薊馬、姬黃薊馬、螺旋粉蝨、紅捲葉象鼻蟲、荔枝尖細蛾、檬果毛管蚜、恒春小灰蝶、白蛾蠟蟬、青蛾蠟蟬、龍眼木蝨、黑翅土白蟻、龍眼銹蟎、荔枝葉蟎、扁蝸牛及非洲大蝸牛等 18 種，加上前人調查記錄有 41 種，累積龍眼害蟲種類如表 1，共有 55 種害蟲， 2 種害蟎及 2 種蝸牛，所有害蟲中以鱗翅目之荔枝細蛾，同翅目之膠蟲、紅蠟介殼蟲、龍眼木蝨、檬果毛管蚜及等翅目之黑翅土白蟻爲害較嚴重。又前農試所周樑鎰等在 1999 年在中部發現大陸發生之龍眼亥麥蛾(*Hypitima longanae* ,Yong et Chen) 在南部未曾發現[12]。

主要害蟲危害調查

檬果毛管蚜：檬果毛管蚜除了爲害龍眼外，尙可爲害檬果[5]。主要爲害龍眼之花穗及嫩葉，於花期爲害較嚴重，爲害方式係刺吸組織汁液，並大量分泌蜜露滴沾於花穗上或葉片，影響花器之授粉，並引來螞蟻舔食，且誘發煤病，間接也影響蜜蜂採花粉及蜂蜜之品質。民國 89 年在龍眼產地調查其爲害花穗情形結果如表 2，以田寮鄉之龍眼植株受害最嚴重，平均危害度高達 68.5%，可能因仍當地之龍眼栽植較久，植株高大且密集，通風條件差，平常也疏於管理，致蚜蟲密度較高。內門鄉爲 42.2%，南化較少僅 17.4%。

龍眼木蝨：龍眼木蝨之成蟲產卵於嫩梢、頂芽、嫩葉或葉背，卵孵化後若蟲在葉片適當部位固定吸取汁液，約 2~3 天葉面產生許多〝釘〞狀突起，若蟲棲息葉背部凹陷小點內，致使葉片捲曲，枯黃而落葉；若發生在嫩葉處，整個枝葉成畸形扭曲。民國 88 至 89 年在龍眼產地調查其爲害情形結果如表 3，以田寮鄉被害葉率 39.0%最高，內門鄉 38.9%次之，旗山最少僅 8.1%，平均 28.4%。

荔枝細蛾：荔枝細蛾以爲害果實爲主，當龍眼幼果長至 2-3 ㎜大時，成蟲飛來產卵於果實表皮上，卵孵化後幼蟲即鑽入食害種仁及果實，造成嚴重落果或損害果實之品質[11,15,18]。民國 88 年在龍眼產地調查其爲害情形結果如表 4，株上果實被害率爲 10.0~22.3%，平均爲 14.9%，撿拾落果之受害果率爲 35.3%~74.0%，平均 57.1%。大體上果實遭荔枝細蛾爲害，容易造成落果，是故檢拾之落果被荔枝細蛾爲害比例較高。

膠蟲：膠蟲在台灣南部以爲害龍眼最爲嚴重，其危害方式係初齡若蟲經短距離移行後，固定一處並以口器插入幼嫩枝條皮層內吸收葉液，並由體內分泌白色及紅色膠質物，粘在樹皮上，致使枝條生長受阻，亦影響開花結果，其排泄物常誘發煤病，間接影響植株生長及降低果實品質，並引來螞蟻共生現象，被害嚴重植株在 3~5 年間逐漸枯死[9]。民國 88~89 年間，於該蟲爲害較爲嚴重之高雄縣田寮鄉作調查地點，結果如表 5，發現該地區膠蟲爲害龍眼枝條率高達 30.1~84.1%，平均 52.1%。

紅蠟介殼蟲：紅蠟介殼蟲之成蟲、若蟲都群集於枝幹或葉上，吸食汁液，分泌蜜露，誘發煤病，使葉片表面佈滿黑色覆蓋物，影響光合作用，並使樹勢衰弱及果實之外觀、品質深受影響。民國 88 年至 89 年在龍眼產地調查其危害情形如表 6，危害葉率爲 6.9~15.7%，平均爲 11.7%。

黑翅土白蟻：近年來台灣南部山坡地樹木遭白蟻嚴重爲害，龍眼一般管理較爲粗放，亦容易遭受白蟻之爲害。一般白蟻在土中營巢蛀食樹木根部，或在樹幹內營巢生活，初期寄生並無甚大影響，俟其個體數目增加時，由下往上，啃食樹皮，致使植株水份、養份無法輸送，致使樹勢逐漸衰弱，影響植株之開花與結果。經於 89 年在龍眼主要產地調查其危害情形結果如表 7，危害株率爲 16~36%，平均 31.5%。

蟲害防治試驗

龍眼木蝨：於施藥前及施藥後 7、14、及 21 日，分別取樣葉片上成活之若蟲數作爲比較，試驗結果如表 8，施藥後第 8 日調查結果以 90%納乃得 WP 防治效果最佳，防治率爲 95.3%；50%芬殺松 EC 次之爲 89.2%；50%撲滅松 EC 最差僅 62.4%；於 14 日調查時，仍以 90%納乃得 WP 防治效果最好，防治率爲 93.6%；40.8%陶斯松 EC 次之；50%撲滅松 EC 仍差。至 21 日調查時，90%納乃得 WP 仍可維持相當效果，

表 1. 台灣南部龍眼害蟲種類

Table 1. List of insect pests of longan in southern Taiwan

Scientific name	English name	Chinese name	Injury sites [z]	Notes[y]
Greenidea mangiferae Takahashi	Mango aphid	檬果毛管蚜	fl , le	I,N
Cervaphis quercus Takahashi	————	櫟刺蚜	fl	N
Ceroplastes rubens Maskell	Pink wax scale	紅蠟介殼蟲	le	I
Icerya seychellarum (Westwood)	Yellow cottony-cushion scale	黃吹綿介殼蟲	le	
Icerya purchasi Maskell	Cotton-cushion scale	吹綿介殼蟲	le , st	
Kerria lacca Kerr	Lac insect	紫膠介殼蟲	st	I
Chloropulvinaria psidii (Maskell)	Green soft scale	黃綠綿介殼蟲	le , st	N
Coccus hesperidum Linnaeus	————	扁堅介殼蟲	le	
Eucalymnatus tessellatus (Signoret)	————	紅褐網介殼蟲	le	
Paracerostegia floridensis (Comstock)	White wax scale	白蠟介殼蟲	st	
Saissetia oleae (Olivier)	————	工背硬介殼蟲	le	
Coccus acutissimus (Green)	————	浪板介殼蟲	le	
Thysanofiorina nephelii (Maskell)	————	纓圓盾介殼蟲	le	
Coccus elongatus Signoret	Elongate coccus	長介殼蟲	le	
Coccus kuravuensis Takahashi	————	檬扁介殼蟲	le	
Fiorinia nephelis Maskell	Longan wood scale	龍眼木葉介殼蟲	le	
Pulvinaria psidii Maskell	————	楊桐綿介殼蟲	le	
Pulvinaria taiwana Takahashi	Mango soft scale	檬果綿介殼蟲	le , st	
Ceroplastes ceriferus Anderson	Indian white wax scale	角蠟介殼蟲	le , st	
Planoconus lilacinus Cock	Taiwan mealybug	台灣粉介殼蟲	le , fl , fr	
Saissetia hamisplaerica Tasgioni	Citrus globular mealybug	柑桔球介殼蟲	le , st , fr	
Planococcus citri (Risso)	Citrus mealybug	柑桔粉介殼蟲	le , st ,fr	
Rhipiphorothrips cruentatus Hood	Grape vein thrips	腹鈎薊馬	le	N
Selenothrips rubrocinctus (Giard)	Red band thrips	赤帶薊馬	le	N
Scirtothrips dorsalis Hood	Small yellow thrips	姬黃薊馬	1e	N
Thrips hawaiiensis (Morgan)	Flower thrips	花薊馬	fl	
Aleurotuberculatus murrayae Singh	Longan whitefly	山龍眼粉蝨	le	
A. psidii Singh	Guava whitefly	番石榴白粉蝨	le	
Aleurodicus dispersus Russell	Spiraling whitefly	螺旋粉蝨	le	N
Neophacopteron euphorine Yang	Longan psyllid	龍眼木蝨	le	
Idiocerus clypealis Leth	Green leafhoppers	小綠葉蟬	le , fl	I,N
Erthesina fullo Thunberg	Yellow-spotted stink bug	黃斑椿象	fr	
Anomala expansa Bates	Taiwan green chafer	台灣青銅金龜	le	
A. cupripes Hope	Green red foot chafer	赤腳銅金龜	le	
Adoretus sinicus Brurmetister	Rose beetle	長金龜	le	
Apoderus brachialis Voss	Rose weevil	紅捲葉象鼻蟲	le	N
Protaetia orientalis Gory and Perchelon	White spotted flower chafer	白點花潛金龜	fr	
Anoplophpora maculata (Thomson)	White spotted longicorn beetle	星天牛	tr	
Argyroploce aprobola Meyrick	————	灰白條捲葉蛾	le	
Notolophus australis posticus Walker	Small tussock moth	小白紋毒蛾	le , fl	
Porthesia taiwana Shiraki	Taiwan yellow tussock moth	台灣黃毒蛾	le , fl	
Stauropus alternus Walker	————	南投天社蛾	le	
Prodenia litura Fabricius	Tobacco cutworm	斜紋夜蛾	le	
Conopmorpha litchielle Bradley	————	荔枝尖細蛾	le	N
Conopomorpha sinensis Bradley	Litchi fruit borer	荔枝細蛾	le , fr	I
Olethreutes lencaspis Megrick	————	三角新捲葉蛾	le	
Zeuzera coffeae Nietner	Coffee leopard moth	咖啡木蠹蛾	st	
Ebola celligera Meyiuck	————	圓翅捲葉蛾	le	
Clania preyeri Leech	Giant bag-worm	大避債蛾	le , fr	
Pingasa sngnaiuia Guenue	Taiwan green lopper	台灣青尺蠖	le	
Thalassodes aucta Pront	Camphor lopper	樟尺蠖	le	N
Deudorix epijarbas Moore	————	恆春小灰蝶	fr	
Lawana imitat Melichar	————	白蛾蜡蟬	le	N
Salurnis marginellus Guerin	————	青蛾蜡蟬	le	
Odontotermes formosanus Shiraki	Termite	黑翅土白蟻	tr	I,N
Oligonychus litchi Lo	Litchi leaf mite	荔枝葉蟎	le	N
Eriophyes dimocarpi Kuang	Longan rust mite	龍眼銹蟎	le	N
Bradybaena similaris (Ferussac)	Flate snail	扁蝸牛	le	N
Achatina fulica Bowdich	African snail	非洲大蝸牛	le	N

[z] le：leaf , fl：flower , fr：fruit , st：stem , tr：trunk.

[y] I: economic importance; N: new recorded species in Taiwan.

表 2. 檬果毛管蚜爲害龍眼花穗調查

Table 2. Survey of mango aphid infested on the flower of longan in April.2000

Locality	Infested degree ± SD (%)		
	Lowest	Highest	Mean
Kaohsiung county			
Neimen	12.1 ± 0.6	63.8 ± 3.3	42.2 ± 2.2
Tianliao	57.0 ± 4.1	100.0 ± 0.0	68.5 ± 4.9
Fongshan	14.3 ± 0.9	78.8 ± 5.4	41.2 ± 2.8
Tainan country			
Nanhua	5.2 ± 0.3	26.3 ± 1.7	17.4 ± 1.1

表 3. 龍眼木蝨爲害調查

Table 3. Survey of longan psyllid infested on longan in Dec. 1999 to Jan. 2000

Locality	No. of examined leaves	No. of damaged leaves	Damaged rate SD±(%)
Kaohsiung county			
Cishan	982	79	8.1 ± 0.4
Dashu	837	232	27.7 ± 1.9
Neimen	1,545	601	38.9 ± 3.2
Tianliao	313	122	39.0 ± 2.8
Total or average	3,677	1,034	28.4 ± 2.0

表 4. 荔枝細蛾爲害龍眼果實調查

Table 4. Survey of litchi fruit borer infested on the fruit of longan in Jun. to Aug .1999

Locality	Position [z]	No. of fruits examined	No. of fruits damaged	Damaged rate ± SD (%)
Kaohsiung county				
Tianliao	P	152	17	11.2 ±0.6
	G	165	107	64.9 ±1.3
Dashu	P	107	17	15.9 ±0.7
	G	124	67	54.0 ±1.4
Neimen	P	103	23	22.3 ±1.3
	G	133	47	35.3 ±0.6
Chishan	P	200	20	10.0 ±0.7
	G	200	148	74.0 ±2.4
Total or average	P	562	77	14.9 ±0.8
	G	622	369	57.1 ±1.4

[z] P: Fruit on the plant ; G: Fruit on the ground.

表 5. 高雄縣田寮地區膠蟲爲害調查

Table 5. Survey of kerria insect infested on longan in Tianliao area of Kaoshiung

Date	No. of twigs examined	No. of twigs damaged	Damaged rate ± SD (%)
1999.10.13	455	181	40.7 ± 8.2
10.29	313	122	39.0 ± 7.2
11.18	369	119	30.1 ±10.8
12.22	599	504	84.1 ±18.8
2000.01.18	528	353	66.9 ±13.1
Total or average	2281	1279	52.1 ±11.6

表 6. 紅蠟介殼蟲爲害龍眼調查

Table 6. Survey of pink wax scale infested on longan in Dec. 1999 to Jan. 2000

Locality	No. of leaves examined	No. of leaves damaged	Damaged rate±SD (%)
Kaohsiung country			
Chishan	982	68	6.9 ±0.5
Dashu	837	87	10.4 ±0.3
Neimen	1,547	215	13.9 ±0.6
Tianliao	313	49	15.7 ±0.7
Total or average	3,677	419	11.7 ±0.5

表 7. 黑翅土白蟻爲害龍眼調查

Table 7. Survey of termite infested on longan in Jan. to Dec. 2000

Locality	No. of plants examined	No. of plants damaged	Damaged rate±SD (%)
Kaohsiung conutry			
Chishan	50	17	34 ±3.2
Dashu	50	20	40 ±2.3
Neimen	50	8	16 ±1.4
Tianliao	50	18	36 ±2.8
Total or average	200	70	31.5 ±2.4

表 8. 龍眼木蝨藥劑防治試驗效果

Table 8. Efficacy of chemicals for control of longan psyllid in 1999[z]

Treatment	No. of psyllids per 20 leaves after treatment for			
	0	7	14	21 (days)
Fenthion 50% EC 1,000X	367.2	42.7 (89.2 a)[y]	48.4 (87.9 a)	68.5 (82.0 a)
Chlorpyrifos 40.8% EC 1,000X	422.5	61.5 (86.4 ab)	40.8 (91.2 a)	38.3 (71.7 b)
Formothion 33% EC 660X	451.6	73.9 (84.7 ab)	25.8 (90.9 a)	52.6 (88.8 a)
Methomyl 90% WP 1,800X	503.8	25.4 (95.3 a)	35.6 (93.6 a)	51.3 (90.2 a)
Carbaryl 85% WP 850X	435.4	112.6 (75.7 b)	56.5 (67.1 b)	140.2 (68.8 b)
Fenitrothion 50% EC 1,000X	467.3	186.8 (62.4 c)	91.4 (62.1 b)	173.2 (64.0 b)
Check	482.3	514.4	523.1	498.6

[z] All chemicals were sprayed one time at Sep. 16.1999 and total 4 application were made.

[y] The figures in parenthesis indicate percentage of control and the number followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncans's multiple range test.

表 9. 龍眼荔枝細蛾防治試驗效果

Table 9. Efficacy of chemicals for control of litchi fruit borer on longan in Jun. to Jul. 2000[z]

Treatment	Percentage of fruit infested after treatment for			
	7		14	(days)
Fenthion 50% EC 1,000X	16.5	(83.9 a)[y]	30.4	(77.3 a)
Chlorpyrifos 40.8% EC 1,000X	20.1	(80.4 a)	42.3	(68.5 ab)
Formothion 33% EC 660X	42.6	(58.4 b)	81.2	(39.6 c)
Methomyl 90% WP 1,800X	33.7	(67.1 a)	63.6	(52.9 b)
Carbaryl 85% WP 850X	40.2	(60.5 b)	61.1	(54.5 b)
Fenitrothion 50% EC 1,000X	32.1	(68.5 a)	59.5	(55.9 b)
Check	102.4		134.2	

[z] All chemicals were 10 days sprayed from May. 14, 2000 and total 4 applications were made.

[y] The figures inside the parenthesis indicate percentage of control and the number followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncans's multiple range test

其他藥劑則持效性較差。綜合本試驗之初效及殘效結果，得悉 90%納乃得 WP 防治龍眼木蝨效果最佳，40.8%陶斯松 EC 及 33%福木松 EC 次之，50%撲滅松 EC 則最差。大致上選擇效果較好之藥劑於該蟲發生期每個月施藥一次，即可達到防治目的。

荔枝細蛾：本試驗係於龍眼幼果期經連續 3 次施藥後之第 7 及 14 日分別調查其藥效，試驗結果如表 9，第 7 日時以 50%芬殺松 EC 防治效果最佳，防治率爲 83.9%；40.8%陶斯松 EC 次之爲 80.4%；90%納乃得 WP 與 50%撲滅松 EC 分別爲 67.1%及 68.5%。第 14 日時仍以 50%芬殺松 EC 效果最好，40.8%陶斯松 EC 次之，其他藥劑則較差。

膠蟲：本試驗係於網室內盆栽龍眼植株接種膠蟲，待 3 個月後膠蟲均已大量分泌膠質，始進行各藥劑處理，試驗結果如表 10，於施藥後第一個月調查以 3%丁基加保扶粒劑 20 克/株之處理防治效果最佳，其他藥劑則未顯出。至第 2 個月調查時，仍以 3%丁基加保扶粒劑 20 克/株之處理防治效果最佳，防治率達 75%；5%大福松粒劑 20 克/株之處理次之，防治率爲 62.5%。至第 3 個月調查時，除前二處理外，3%加保扶粒劑 20 克/株處理也顯出其效果。至第 4 個月調查時，前三者處理之防治效率均保持 75%以上。由此證實藥劑由根部滲透入植物體，使植物體在一段時間內呈現殺蟲效果，唯本試驗於盆栽進行，可能植株較矮且外在影響因子較少，因而呈現良好的防治效果，唯田間高大龍眼植株以粒劑進行防治，是否仍具有相同效果，仍需進一步研究探討。

表 10. 龍眼膠蟲劑防治試驗

Table 10. Efficacy of chemicals for control of kerria insect on longan in Jan.1998 to Feb. 1999 [z]

Chemical treatment	Control rate (%) after treatment for			
	1	2	3	4 (month)
Chlorpyrifos, 22.5%G, 10g/plant	0	0	37.5	62.5
Chlorpyrifos, 22.5%G, 20g/plant	0	12.5	50.0	25.0
Carbofuran, 3%G, 10g/plant	12.5	12.5	25.0	50.0
Carbofuran, 3%G, 20g/plant	12.5	12.5	100	75.0
Fonofos, 5%G, 10g/plant	12.5	12.5	37.5	12.5
Fonofos, 5%G, 20g/plant	12.5	62.5	100	75.0
Carbosulfan, 3%G, 10g/plant	0	12.5	25.0	50.0
Carbosulfan, 3%G, 20g/plant	25.0	75.0	100	100
Check	–	–	–	–

[z] All chemicals were treated one time at September 5,1998.

表 11. 利用 40.8%陶斯松乳劑防治龍眼白蟻試驗效果

Table 11. Efficacy of 40.8% Chlorpyrifos EC [z] for control of termite in Mar. to May. 2000[z]

Trunk size (cm)	Dosage (1)	% Control of termites / 30 cm muddy road after treatment for		
		10	20	30 (days)
Under 30	1	2.6 a [x](95.5) [y]	9.7 a (84.4)	10.0 a (82.0)
Between 30 and 100	3	2.9 a (94.9)	7.2 a (88.1)	8.1 a (85.7)
Over 100	5	0.9 a (98.4)	8.9 a (85.7)	10.7 a (80.9)
Check	—	58.7 b	62.4 b	55.4 b

[z] 40.8% Chlorpyrifos EC was diluted 2000 times, and treated one time per plant from March. 20, 2000 and total 4 applications were made.

[y] The figures inside the parenthesis in dicate percen tage of control.

[x] The number followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

黑翅土白蟻：本試驗僅選擇常用於防治白蟻的藥劑 40.8%陶斯松 EC，分別對不同植株大小行灌注藥液試驗。試驗結果如表 11，於施藥後 10 日調查發現，凡有施藥處理者其防治率均在 90%以上；至 20 日調查時，防治效果下降，防治率界於 84.4%及 88.1%之間；至 30 日調查時防治率續降至 80.9 及 85.7%之間，唯每次調查各處理數之成活白蟻數差異不顯著，是故防治本蟲仍需依植株主幹大小施予不同之藥量。

誌　　謝

本研究試驗期間承本分所翁瑞亨先生提供部份試驗地調查，洪瑞蘭、黃益美小姐及李明哲先生協助試驗，前農試所周樑鎰先生及廣東昆蟲研究所協助鑑定害蟲及提供資料，文成後復蒙農藥所黃主任振聲博士斧正，謹誌一併謝忱。

引用文獻

1.未具名。1990。農業統計年報。行政院農業委員會中部辦公室編印。100 頁。

2.李劍書、張寶棣、甘廉生。1996。南方果樹病蟲害原色圖譜。金盾生版社。北京。136 頁。

3.李劍書、蔡明段、邱燕萍、歐良喜。1999。荔枝龍眼病蟲害的識別與防治。廣東省農業科學院果樹研究所荔枝研究室編。廣州市。216 頁。

4.張玉珍、洪麗梅。1986。台灣林木害蟲及其寄主植物名錄。台灣省林業試驗所編印。282 頁。

5.陶家駒。1990。台灣省蚜蟲誌。臺灣省立博物館印行。台北市。97 頁。

6.陳元洪、胡奇勇、黃玉清、占志雄。1996。龍眼捲蛾種類及三種捲蛾的初步研究。福建果樹。102:19~21。

7.翁振宇、陳淑佩、周樑鑑。1999。台灣常見介殼蟲圖鑑。行政院農業委員會農業驗所印行。98 頁。

8.黃振聲。1988。荔枝及龍眼主要害蟲之生態及防治。33~42 頁。中華昆蟲特刊第二號。果樹害蟲綜合防治研討會。

9.黃振聲、謝豐國。1981。果樹膠蟲發生歷史及形性研究。植物保護會學刊 23:103~105。

10.黃振聲、洪巧珍。1996。台灣爲害荔枝及龍眼之細蛾種類。植物保護學會會刊 38:75~78。

11.黃啓鐘、張光勳、朱耀沂。1994。嘉南地區荔枝細蛾之爲害習性族群消長。植物保護學會會刊 36:85~95。

12.楊集昆、陳玉妹。1990。爲害龍眼的亥麥蛾屬-新種記述。福建省農科院學報 5(1):14~19。

13.顏昌瑞。1995。五.龍眼。園藝作物(果樹)常綠果樹。龍眼。台灣農家要覽。43~44 頁。

14.蔡雲鵬。1965。台灣植物害蟲名彙。經濟部商品檢驗局。植物防疫資料第 5 號 277 頁。

15.Bradley, J.D. 1986. Identity of the south-east Asian cocoa moth, *Conopomorpha cramerella,* with descriptions of three allied new species. Bull Entomol. Res. 76:41~51.

16.Lall, B.S., and Sharma, D.D. 1978. Studies on the bionomics and control of the cacao moth *Acrocercops cramerella* Snellen (Lepidoptera:Gracillariidae). Pesticides 12(2):40~42.

17.Hoyt, S.C., and E.C. Burts 1974. Integrated control of fruit pests. Ann. Rev. Entomol. 19:231~252.

18.Hwang, J.S., and F.K. Hsieh. 1989. The bionomics of the cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella* snellen. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 31(4):387~395.

19.Vanisham , S.M. , and M. Kogan. 1979. Sampling whiteflies on soybean. Entomon. (India). 14:306~311.

Insects Pests and Their Injuries and Control on Longan in Southern Taiwan[1]

Hung-Chich Wen[2,3], Feng-Ming Lu[2], Hsiou-Hwa Hao[2]

and Tsung-Dao Liou[2]

Summary

Surveys of insects and other pests on longan were carried out from 1996 to 2001 in southern Taiwan. A total of 59 species of insect pests, eighteen species including 2 species of mites and 2 species of snails were found to be new record in Taiwan. Among them, the mango aphid (*Greenidea mangiferae* Takahashi), litchi fruit borer (*Conopomorpha sinensis* Bradley) , longan psyllid (*Neophacopteron euporine* Yang) , kerria insect (*Kerria lacca* Kerr) , pink wax scale (*Ceroplastes rubens* Maskell) and termite (*Odontotermes formosanus* Shiraki) were considered as economic important. This report described the symptom of their injuries and percentage of infestation. Chemical trails showed that , 90% Methomyl WP、80% Fenthion EC、3% Carbosulfan G and 5% Fonofos G、and 40.8% Chlorpyrifos EC were very effective for controlling longan psyllid, litchi fruit borer, lac insect and termites , respectively.

Key words： Longan , Insects pests , Injury , Control.

1.Contribution No.2123 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: July 3, 2002.

2.Respectively Entomologist and Head, Department of Management and Utilization; Associate Researcher and Assistant Researcher, Department of Plant Protection and Senior Horticulturist and director of Fengshan Tropical Horticultural Experiment station, TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

3.Corresponding author, E-mail: we@fthes-tari.gov.tw ; Fax:(07)7315590.

中華農業研究(J. Agric. Res. China) 51(3):65~72(2002)

不同酵母菌應用於金香葡萄釀酒之研究[1]

楊淑惠[2,3] 溫宏治[2]

摘要：本試驗以二林地區夏季所採收金香葡萄為原料，經脫粒、打漿、皮汁浸漬及榨汁處理，所榨果汁先將糖度調為 22° Brix 的酒醪，再分別接入商業用酵母菌 LALVIN L2226、M-1107、V-1116、DANSTIL C 及 D 等五株不同菌種，並以 CCRC 20582 為對照組，於 16℃進行發酵。由實驗顯示，各處理前期發酵約需 5 至 11 天，酒精度可達預估之發酵終點，發酵速度依不同酵母菌有明顯差異。各處理前期發酵酒醪的酸度由 0.56 g/100ml 略升為 0.66 g/100ml。酒液外觀以 DANSTIL C 、LALVIN L2226 及 CCRC 20583 等酵母菌發酵者較澄清，用其餘菌種發酵的酒液則較為混濁。參試商業用酵母菌中以 LALVIN M-1107 及 V-1116 二種酵母菌的蘋果酸-乳酸發酵較多。製成的新酒經 20℃ 8 個月之熟陳，作成分分析及嗜好性品評，顯示酒液的酸度為 0.42-0.46 g/100ml，總酚含量 0.18-0.22 g/L，酒精度為 10.3-11.5%($^v/_v$)，殘糖量 0.17-0.22 g/100ml，色度 OD_{420} 0.18-0.26 之間。各種酵母菌發酵菌株中，以 DANSTIL D 及 LALVIN L2226 酵母菌的香氣評價較高；DANSTIL C 及 D 酵母菌有明顯的酒精刺激味，整體嗜好性品評，以接種 LALVIN L2226 及 LALVIN M-1107 菌發酵所製成之金香葡萄酒較受歡迎。

關鍵詞：金香葡萄、葡萄酒、商業用酵母菌、發酵、嗜好性品評。

前言

在農村各式各樣的水果釀造酒早已以水果露名稱上市販賣，這些產品大都以天然存在之野生酵母菌發酵而成，因此所釀製的酒普遍存有酒精味重、口感不調和、顏色黯淡及品質不穩定等情形。報告顯示台灣的金香葡萄屬於美洲 Vitis. Labrusca 雜交品種，果粒大，香氣不足，所釀成之酒口味較淡薄，且因其果膠含量豐富，故榨汁前需先經果膠分解酵素作用 3-4 小時，如此，不但可以提高榨汁率且因皮汁浸漬（skin contact）的關係[1,2,3]，使果皮內香氣物質容易萃出，因而可提高酒的品質及口感；而影響白葡萄酒釀製品質及風味的因子還包括酵母菌種類、發酵溫度、發酵前、後處理及熟陳等[4,5,6,7]。為了解商用粉狀酵母菌與液體酵母菌對葡萄釀酒品質之影響，本試驗擬以金香葡萄為原料，經皮汁浸漬處理，以商業用粉狀酵母菌為發酵菌，進行酒精發酵，探討不同酵母菌菌株的發酵特性，及應用於金香葡萄釀酒之酒液品質差異性，俾能提供農民及業者釀酒技術，以利生產理想品質之金香酒。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2124 號。接受日期：91 年 9 月 10 日。
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所經營利用系助理、副研究員兼系主任。臺灣省　高雄縣　鳳山市。
3. 通訊作者，電子郵件：debbie@fthes-tari.gov.tw；傳眞機：(07)27315590。

材料與方法

葡萄材料

實驗用金香葡萄(*Vitis labrusca sp.* Golden Muscat)果實分別於八十八年六月及八十九年六月中旬，購自彰化縣二林鄉地區。購回之葡萄暫時先置入-20℃冷凍庫貯存，使用前解凍。

製備酒母

發酵菌株使用加拿大 LALLEMAND 公司生產之商業用粉狀酵母菌(commercial yeast)，*Saccharomyces cerevisiae* LALVIN M-1107(M)、*S. cerevisiae* V-1116(V)、*S. cerevisiae* L2226(L)、S. *diastaticus* DANSTIL C(C)及 *S. cerevisiae* DANSTIL D(D)。依酒醪總量稱取 0.25 g/L 酵母菌，加入溫水後，於 40℃培養箱活化培養 20 分鐘。培養液直接加入酒醪中進行發酵，發酵溫度爲 16℃。對照組爲酵母菌 *S. cerevisiae* CCRC 20582(食品工業研究所菌種中心)先以 YM Agar(DIFCO 0712)平面培養基活化後，接入 YM Broth(DIFCO 0711)於三角瓶中培養，再接入殺菌葡萄汁擴大培養，培養溫度爲 25℃，接菌量爲 3 %(v/v)。

釀製流程

葡萄使用前先於 5℃解凍二天，以人工脫粒後打漿並加入 $K_2S_2O_5$,200ppm 及"果膠酵素"(Novo Nordisk® Pectinex Ultra SP-L)於 55℃作用 2.5 hr.，以粗細過濾機進行粗濾取汁，以蔗糖(台糖精緻特砂)調醪使糖度爲 22°Brix，酒醪分裝入發酵槽並接種菌母(0.25g/L)，於 18℃進行發酵，經發酵二週後進行第一次換桶，移入 20℃酒窖繼續熟陳貯藏，換桶二個月後進行第二次換桶，並繼續於酒窖熟陳貯藏六個月，隨後以皀土(0.5g/L)進行澄清處理，澄清酒液移入-5℃冷凍庫進行冷安定處理，澄清酒液經 0.2 μm 膜過濾機過濾後裝瓶。

分析方法

pH 值：以 pH meter 測定。糖度：以數字式屈折計測定。可滴定酸度：取 5g sample 加 10 倍去離子水，以 0.1 N 氫氧化鈉滴定至 pH 8.2，並以酒石酸爲計算標準。有機酸類：樣品經離心後以 0.45 μm 過濾膜過濾，再以 Varain 2550 高效液相層析儀進行分析，分析時設定：分離管爲 Aminex-HPX 87H, 40℃ ，UV 偵測器：210nm，流動相：5mM H_2SO_4，流速 0.6 ml/.min.，注入量:10 μl。糖類、甘油及酒精：樣品處理、分離管、流動相及注入量同上， RI 偵測器。總二氧化硫：依酒類試驗所葡萄酒分析方法之碘滴定法進行，取 25ml 樣品放入三角瓶中，加入 25ml 1N NaOH，加蓋水解 10 分鐘，以澱粉爲指示劑，加入 10 ml H_2SO_4 (1+3) 稀釋液，以標準碘溶液滴至穩定呈藍色。總酚：依酒類試驗所葡萄酒分析方法之 Folin-Ciocalteu method 進行分析，10 ml 樣品加入 50 ml 蒸餾水混合，加入 5 ml Folin-Ciocalteu 試劑，混合 30 秒後，加入 15 ml Na_2CO_3 溶液，於室溫靜置 2 小時，在波長 765 nm 下測定吸光値，並以 gallic acid 製備濃度 10 至 100 ppm 標準溶液，繪製標準曲線圖。色度：依酒類試驗所葡萄酒分析方法之白葡萄酒色度分析法進行分析，酒液經 0.45 μm 過濾膜過濾，以水爲空白組，設定波長爲 420 nm。嗜好性品評：由本分所人員，分別依色澤、香氣、口感喜好三項作評定，評定時每項給予"4,3,2,1,0,-1,-2,-3,-4"分數，三項得分相加即爲嗜好性得分。

結果與討論

前期發酵

將葡萄果汁先以蔗糖調至 22 °Brix 爲發酵酒醪，再接入酵母菌，於 18℃下進行發酵，前期發酵每二天取樣一次，進行成分變化分析。試驗結果如圖 1 所示，酒醪於發酵 5 至 11 天時，酒精度可達到預估之發酵終點，其中以 DANSTIL D 菌的發酵效率最高，在發酵第 5 天時，已達到預估之發酵終點；LALVIN L2226 菌次之，約在第 7 天時達到，LALVIN M-1107 菌及對照組 CCRC 20583，最緩慢約在第 11 天，才達到預估之發酵終點，因而發酵效率相對較低。由此得悉，在不同菌株間酒精發酵效率有明顯差異。

另測定發酵期間，酒醪中總糖含量變化情形，結果如圖 2 所示，顯示酒醪中總糖含量在發酵 10 天大部份已經被消耗；其中接入 DANSTIL D、LALVIN L2226 菌的酒醪，發酵第 9 天時其總醣含量大致耗盡，接入其他菌株之酒醪仍有 2-10 g/100ml 的總糖含量，其詳細變化情形如表 1 所示，蔗糖最先被分解；果糖最後被利用的醣類。前期發酵，發酵液的可滴定酸度變化情形如表 2 所示，各處理均會由 0.56 g/100ml 略升至 0.59-0.67 g/100ml 之範圍，其中以接入 LALVIN M-1107 及 CCRC 20582 菌者上升最爲明顯，接入 DANSTIL D、LALVIN L2226 菌者則變化起伏小。

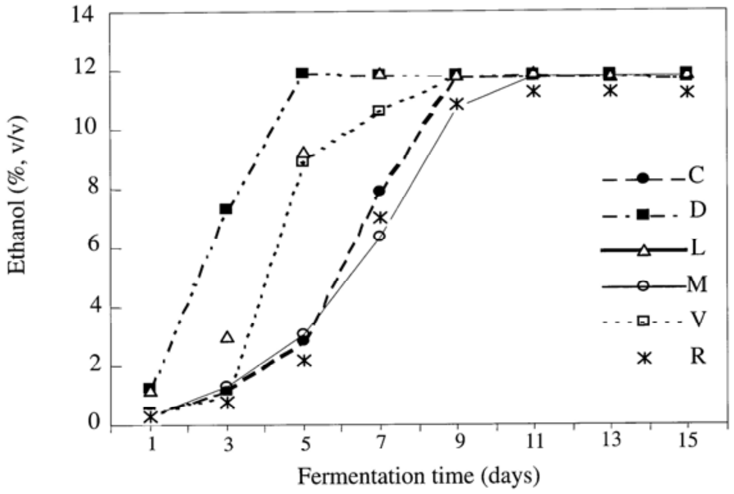

圖 1. 不同酵母菌之酒精發酵速度之比較。

Fig.1 Changes of alcohol contents in the mash inoculated with different yeasts during fermentation.
C=DANSTIL C; D=DANSTIL D; M=LALVIN M-1107; V= LALVIN V-1116; L=LALVIN L2226; R=CCRC 20582.

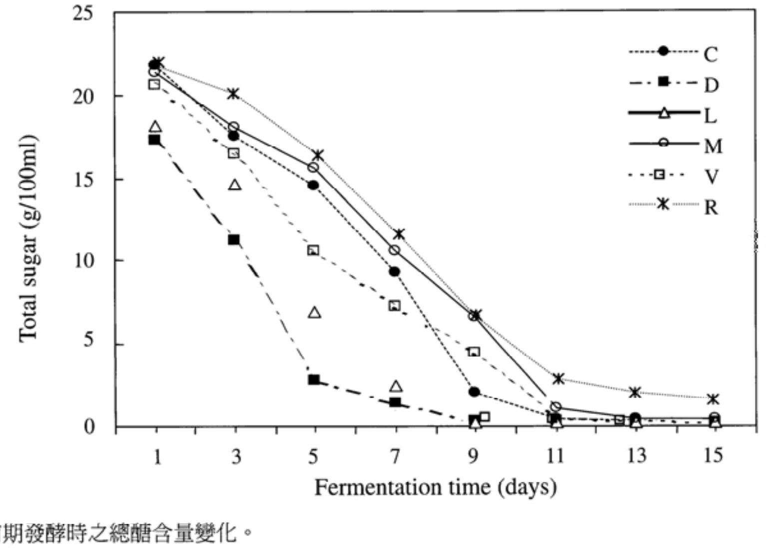

圖 2. 酵母菌於前期發酵時之總醣含量變化。

Fig.2. Changes of total sugar contents in the mash inoculated with different yeasts at the early fermentation stage.
C=DANSTIL C; D=DANSTIL D; M=LALVIN M-1107; V= LALVIN V-1116; L=LALVIN L2226; R=CCRC 20582.

表 1. 不同酵母菌前期發酵時糖類含量變化情形

Table 1. Changes of sugar contents in the mashes inoculated with different yeasts at early fermentation stage

	Sucrose (%)				Glucose (%)				Fructose (%)			
Yeast [z]	1	5	10	15	1	5	10	15	1	5	10	15
C	0.32	-	-	-	9.59	4.45	0.10	-	11.88	10.03	1.92	0.27
D	0.31	-	-	-	6.23	0.35	-	-	10.74	2.41	0.35	0.19
L	0.16	-	-	-	8.32	2.09	-	-	9.91	4.87	0.36	0.17
M	0.15	0.06	0.01	-	9.91	7.38	1.54	0.06	11.32	10.75	5.07	0.27
V	0.16	0.08	-	-	9.39	6.57	0.99	-	11.22	10.17	3.46	0.26
R	0.35	0.18	0.05	-	9.77	6.11	1.37	-	11.68	10.31	5.31	1.56

[z] C=danstil c; D=danstil d; M=lalvin m-1107; V= lalvin v-1116; L=l2226; R=ccrc 20582.

表 2. 接種不同酵母菌對前期發酵酒醪可滴定酸度變化之影響

Table 2. Change of titratable acidities of the mashes inoculated with different yeasts at early fermentation stage

	Inoculation (days)							
Yeast [z]	0	1	3	5	7	9	11	15
C	0.56	0.58	0.58	0.59	0.60	0.62	0.59	0.57
D	0.56	0.58	0.60	0.57	0.56	0.55	0.56	0.55
L	0.56	0.57	0.58	0.59	0.61	0.57	0.57	0.57
M	0.56	0.62	0.65	0.66	0.65	0.62	0.57	0.55
V	0.56	0.58	0.61	0.61	0.63	0.62	0.58	0.57
R	0.56	0.63	0.66	0.67	0.63	0.62	0.57	0.55

[z] C=danstil c; D=danstil d; M=lalvin m-1107; V= lalvin v-1116; L=l2226; R=ccrc 20582.

觀察顯示，發酵開始時，凡接入商業用酵母菌發酵之酒醪的表面均會有顆粒團上浮凝聚情形，上浮凝聚速度與發酵效率成正比，但此種現象在對照組則不明顯；此凝聚顆粒團會在發酵完成後沉積於槽底，顆粒團沉積的密實性，會影響後續換桶操作之方便性。LALVIN V-1116 菌的作用猛烈，需注意酒醪上浮溢出。酒液之澄清度以 DANSTIL C 、LALVIN L2226 及 CCRC 20583 菌發酵者較佳，其餘菌種發酵之酒液則較爲混濁。

新酒熟陳期間之成分變化

夏季金香葡萄經榨汁，果汁的平均糖度爲 15.7°Brix；可滴定酸度爲 0.56 g/100ml；酸鹼値在 pH 3.4 左右。主要有機酸有酒石酸含量約 0.53 g/100ml、蘋果酸含量約 0.45 g/100ml；醣類以果糖及葡萄糖含量最多，分別爲 5.10 及 4.43 g/100ml，蔗糖含量 0.09 g/100ml。

有機酸類成分分析顯示，第一次換桶時的新酒成分含量，與第二次換桶時的成分含量有很明顯的不同，如表 3 及表 4 所示，除乳酸外，其他成分含量均呈下降趨勢，下降幅度依發酵菌株之不同而略有差異，酒液之可滴定酸度明顯由第一次換桶時的 0.55-0.57g/100ml 下降爲第二次換桶時的 0.44-0.46 g/100ml；總酚含量則由 0.20-0.34 g/L 下降至 0.18-0.22 g/L；酒石酸含量也由 0.41-0.44 g/100ml 減至 0.13-0.30 g/100ml 之間。接種 LALVIN M-1107 及 V-1116 菌之酒液，其蘋果酸含量由第一次換桶時的 0.24g/100ml 及 0.21 g/100ml 明顯降至 0.08 g/100ml，並有大量的乳酸產生，分別爲 0.19 g/100ml 及 0.17 g/100ml，其他菌株的乳酸量約爲 0.04-0.09 g/100ml 左右，在熟陳貯藏期間的有機酸含量變化如表 5 所示，含量均呈下降趨勢，下降幅度依發酵菌株之不同而有差異。

表 3. 第一次換桶時酒液各成分含量
Table 3. Composition of newly- made grape wine at the first racking

Yeast[z]	pH value	Titratable acid (%)	Total phenol (g/L)	Ethanol (%, v/v)	Total sugar content (%)	Tartaric acid (%)	Malic acid (%)	Lactic acid (%)
C	3.5	0.57	0.27	11.7	0.21	0.43	0.24	0.05
D	3.7	0.55	0.34	11.8	0.19	0.44	0.23	0.03
L	3.4	0.55	0.21	11.8	0.17	0.43	0.28	0.03
M	3.4	0.58	0.20	11.7	0.28	0.41	0.24	0.11
V	3.4	0.57	0.22	11.7	0.27	0.43	0.21	0.08
R	3.5	0.59	0.27	11.2	0.30	0.44	0.39	0.03

[z] C=danstil c; D=danstil d; M=lalvin m-1107; V= lalvin v-1116; L=l2226; R=ccrc 20582.

表 4. 第二次換桶時酒液各成分含量
Table 4. Composition of newly-made grape wine at the second racking

Yeast[z]	pH value	Titratable acid (%)	Total phenol (g/L)	Ethanol (%, v/v)	Total sugar content (%)	Tartaric acid (%)	Malic acid (%)	Lactic acid (%)
C	3.4	0.45	0.20	10.7	0.18	0.24	0.18	0.06
D	3.5	0.46	0.22	10.5	0.17	0.22	0.21	0.05
L	3.4	0.44	0.21	11.3	0.15	0.21	0.24	0.04
M	3.4	0.45	0.18	11.5	0.22	0.36	0.08	0.19
V	3.4	0.44	0.18	10.8	0.21	0.36	0.08	0.17
R	3.5	0.46	0.20	10.2	0.29	0.42	0.24	0.09

[z] C=danstil c; D=danstil d; M=lalvin m-1107; V= lalvin v-1116; L=l2226; R=ccrc 20582.

表 5. 酒醪熟陳貯藏期間有機酸含量變化情形
Table 5. Changes in organic acid contents of the mashes inoculated with different yeasts during storage aging (month)

Yeast[z]	Citric acid (%)			Tartaric acid (%)			Malic acid (%)			Lactic acid (%)		
	1M	3M	6M	1M	3M	6M	1M	3M	6M	1M	3M	6M
C	0.066	0.036	0.035	0.42	0.24	0.20	0.24	0.18	0.13	0.05	0.06	0.11
D	0.064	0.039	0.036	0.43	0.22	0.18	0.21	0.21	0.12	0.02	0.05	0.05
L	0.060	0.037	0.038	0.42	0.23	0.21	0.24	0.24	0.20	0.03	0.04	0.04
M	0.059	0.041	0.038	0.40	0.32	0.26	0.21	0.08	0.03	0.11	0.19	0.22
V	0.053	0.035	0.036	0.42	0.35	0.26	0.20	0.08	0.03	0.11	0.17	0.20
R	0.075	0.052	0.041	0.43	0.42	0.30	0.31	0.24	0.18	0.07	0.12	0.12

[z] C=danstil c; D=danstil d; M=lalvin m-1107; V= lalvin v-1116; L=l2226; R=ccrc 20582.

發酵過程中，酒醪中的醣類在前期發酵時，大都已耗盡轉成酒精，故第一次換桶與第二次換桶，新酒的醣含量變化不大，其殘糖量爲 0.15-0.29 g/100ml，以 CCRC 20582 菌發酵者殘糖量最多；接種 LALVIN M-1107 及 V-1116 菌者，酒液殘糖量分別爲 0.22g/100ml 及 0.21g/100ml 也較其他商用酵母菌略高，所殘留的醣類主要爲果糖。酒精含量會在換桶及貯藏當中減少約 1%v/v 左右。

新酒移入酒窖貯存，經過 8 個月的熟陳，酒液的可滴定酸度會略比發酵前期上升，然後隨著貯藏時間延長而逐漸下降至 0.51-0.64 g/100ml 之間；酒精含量也同時有小幅度下降趨勢，平均酒精含量在 10.2-11.5% v/v%之間；殘糖量在 0.05-0.22 g/100ml 左右；甘油含量爲 0.48-0.55 g/100ml；酒石酸含量 0.13-0.27 g/100ml，蘋果酸含量爲 0.03-0.21 g/100ml 之間，乳酸含量在 0.04-0.22 g/100ml 之間，總二氧化硫量爲 10 ppm，如表 6 所示。

白葡萄酒品評

在低溫釀製之酒液，口感普遍較溫和，經熟陳之酒液放入冰箱冰涼後取出，進行嗜好性品評，結果顯示，接種 DANSTIL D 及 LALVIN L2226 菌所發酵之酒液，有較明顯的水果香氣；口感品評結果則以對照組 CCRC 20582 菌所發酵的酒液，最受有飲酒經驗的品評人員之喜愛，唯酒液的顏色較深，香氣不足；接種 LALVIN L2226 菌發酵之酒液，較受年輕、無飲酒經驗的品評人員喜愛，以 LALVIN M-1107 菌發酵者接受度次之；接種 DANSTIL D 及 DANSTIL C 菌發酵之酒液因有較明顯的酒精味，故接受度低，LALVIN V-1116 酒精刺激味雖較少，但接受度不高。總評，以接種 LALVIN L2226 及 LALVIN M-1107 菌發酵之酒液的接受度最爲良好；各菌種發酵之酒液色澤，除對照組呈黃棕色外，其他所有接種商用酵母菌的酒液均呈金黃色。

結　論

酒醪以不同的商業用酵母菌進行發酵，再經熟陳酒液後，其各成份中除蘋果酸、乳酸有變化外，其他成份含量差異不顯著，但一經品評後，則可以很明顯的區別出酒的品質與風味之差異性。尤其是剛釀製的新酒，口感乾澀，需貯存至少半年以上，酒的整體風味才能比較甘醇。這顯示出品評工作在區分酒液品質上的重要性，故具有專業的品酒能力，是釀出好酒的基本要件。利用商用酵母菌來進行水果酒發酵的優點是操作方便、可獲得品質較穩定的酒、失敗率較低。試驗結果顯示，釀造酒以接入發酵速度較慢的酵母菌者，其品質較佳，故在選用商業用酵母菌進行發酵時，需先決定擬生產酒的種類，再計畫生產。另，在品評方面，品評人員可能由於年齡差異與飲食習慣之不同，對酒質的喜好性也有差別，有飲酒經驗的品評人

表 6. 新酒經八個月熟陳後之酒液成分含量與品評

Table 6. The hobby evaluation and the composition of new wine through 8- month aging

Colons[z]	pH value	Titratable acid (%)	Total phenol (g/L)	SO_2 (ppm)	Glycerol. (%)	Ethanol (%v/v)	Total sugar content (%)	Tartaric acid (%)	Malic acid (%)	Lactic acid (%)	Color (OD_{420})	Hobby[y] evalu. taste
C	3.5	0.46	0.18	10	0.53	10.5	0.18	0.18	0.13	0.11	0.28	8
D	3.5	0.42	0.22	10	0.48	10.4	0.17	0.13	0.21	0.05	0.28	7
L	3.4	0.44	0.21	10	0.49	10.3	0.15	0.15	0.18	0.04	0.25	10
M	3.4	0.45	0.18	10	0.55	11.5	0.22	0.26	0.03	0.22	0.23	10
V	3.4	0.44	0.18	10	0.54	10.8	0.21	0.20	0.03	0.20	0.20	8
R	3.5	0.46	0.20	10	0.53	11.2	0.22	0.27	0.15	0.12	0.40	9

[z] C=danstil c; D=danstil d; M=lalvin m-1107; V=lalvin v-1116; L=l2226; R=ccrc 20582.

[y] Hobby evaluation teat: average of total score.

員，對酒的喜好是較傾向甘、醇、厚的味道，但對年輕、無飲酒經驗的品評人員而言，以口感清爽、微甜、含淡淡水果香的『酒精性飲料』 則較爲偏好，所以製造水果酒時需先考慮水果原料的特性、設定擬生產之酒精度及可能的銷售對象，再來選用酵母菌，較能適菌適用；就國產金香葡萄而言，因原料品系較單一，果汁甜度較低、偏酸，所釀製成之酒品的口感較淡、酸度偏高，若將其熟陳半年到一年，再調製成略帶甜味，口感新鮮的酒類，則不論品評人員有、無飲酒經驗，接受程度均可提升。

引用文獻

1.冉亦文、徐涵明。1984。香甜葡萄酒之試驗 I 原料促熟與釀酒試驗。酒類試驗所研究年報 135-145。

2.黃村能、冉亦文。1987。白葡萄酒釀製技術之檢討改進。酒類試驗所研究年報 117-124。

3.黃村能、冉亦文。1988。白葡萄酒釀製技術之檢討改進。酒類試驗所研究年報 129-136。

4.Groat, M., and C.S. Ough. 1978. Effects of insoluble solids added to clarified musts on fermentation rate, wine composition and wine quality. Am. J. Enol. Vitic. 29: 112-119.

5.Ough, C.S., and M.A. Amerine. 1967. Studies with controlled fermentation. Effects of fermentation temperature on some volatile compounds in wine. Am. J. Enol. Vitic. 18: 149-156.

6.Rankine, B.C. 1968. The importance of yeasts in determining the composition and quality of wine. Vitis 7: 22-49.

7.Singleton, L.V., H.A. Sieberhagar, P. Dewet, and C.J. Vanwyk. 1975. Composition and sensory qualities of wines prepared from white grapes by fermentation with and without solid. Am. J. Enol. Vitic. 26: 62-69.

Studies on the Application of Commercial Yeast for the Manufacturing of Grape Wine [1]

Shu-Hui Yang[2,3] and Hung-Chich Wen[2]

Summary

Golden Muscat grape, which was harvested from Erlin district in summer, was used as study material. The must was made from grape fruit by means of beating, crushing and pressing. The sugar content of was adjusted to 22 °Brix with sucrose, then inoculated with different commercial wine yeast starters (LALVIN L2226, M-1107, V-1116, DANSTIL C, D and check CCRC20582) for fermentation under 16℃. It took 5 to 11days to reach the expected alcohol contents. The rate of fermentation was depended on different strains of yeast. The titratable acidity (T.A.) of all treatment had risen form 0.56g% to 0.66 g% at the earlier stage of wine fermentation. Wine that fermented with DANSTIL C, LALVIN L2226 or CCRC 20582 had better clear appearance than those using the other wine yeast starters. LALVIN M-1107 and V-1116 yeast had remarkable malolactic fermentation. Compositions of white wine aged for 8 months (at 20℃) were T.A. 0.42-0.46 g/100ml, total phenol 0.18-0.22 g/L, alcohol content 10.3-11.5 %(v/v), residual sugar 0.17-0.22 g% and wine color A420 0.18-0.26. White wine fermented with DANSTIL D or LALVIN L2226 had good evaluation on the aroma. However, those using DANSTIL C or DANSTIL D had strong alcoholic odor. White wine fermented with LALVIN L2226 or LALVIN M-1107 yeast had better hobby evaluation score for overall preference.

Key words: golden muscat grape, white wine, commercial wine yeast, fermentation, hobby evaluation.

1. Contribution No.2124 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: September 10, 2002.
2. Assistant and Associate Researcher and Head, Respectively, Department of Management and Utilization, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station. TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, E-mail: debbie@fthes-tari.gov.tw ; Fax:(07)7315590.

中 華 農 業 研 究

第五十二卷　第三期

中華民國九十一年九月出版

發 行 人：林 俊 義
總 編 輯：安 寶 貞
主　　編：陳 育 信　黃 淑 華　楊 舜 臣　陳 榮 華
編審委員：
農藝組：蔡 武 雄（主審）
王 強 生　呂 秀 英　陳 一 心　楊 純 明
劉 新 裕
園藝組：歐 錫 坤（主審）
王 德 男　施 昭 彰　徐 信 次　劉 政 道
劉 邦 基
農化組：廖 慶 樑（主審）
王 鐘 和　郭 鴻 裕　劉 慧 瑛　簡 宣 裕
植病組：張 清 安（主審）
安 寶 貞　羅 朝 村　程 永 雄
蔡 武 雄
昆蟲組：羅 幹 成（主審）
王 清 玲　何 琦 琛　陳 炳 輝　陳 健 忠
鄭　 允　鄭 清 煥
農機組：梁 連 勝（主審）
黃 禮 棟　蔡 致 榮
種原組：范 明 仁（主審）
農經組：潘 德 芳（主審）

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員

Vol. 51., No.3 Sep. 2002

JOURNAL
OF
AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER: Lin, Chien-Yih

EDITOR IN CHIEF: Ann, Pao-Jen

EDITORS:

Chen, Yu-Hsin	Huang, Shu-Hua	Yang, Shen-Chen
Chen, Long-Hua		

EDITORIAL BOARD:

Chang, Chin-An(Plant Pathology)	Ou, Shyi-Kuan(Horticulture)
Liang, Lien-Sheng(Agriculture Engineering)	Liaw, Ching-Liang (Agriculture Chemistry)
Lo, Kang-Chen(Applied Zoology)	Tasi, Wu-Hsiung(Agronomy)
Fan, Ming-Jen(Crop Genetic Resources)	Pan, Te-Fang(Agriculture Economics)

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Chen, Bing-Huei	Chen, Chien-Chung	Chen, Yi-Shin
Cheng, Ching-Huan	Cheng, Edward Yun	Cheng, Yung-Hsiung
Chien, Shiuah-Yuh	Guo, Horng-Yuh	Ho, Chyi-Chen
Hsu, Hsin-Tszu	Huang, Li-Dung	Liou, Pan-Chi
Liou, Tsung-Dao	Liu, Huey-Ing	Liu, Sin-Yie
Lo, Chaur-Tsuen	Lu, Hsiu-Ying	Shih, Jau-Chang
Tsay, Jyh-Rong	Wang, Chang-Sheng	Wang, Chong-Ho
Wang, Chin-Ling	Wang, Der-Nan	Yang, Chwen-Ming

Reviwers of related fields are invited from universities, and other research organizations

中華農業研究第五十一卷第三期

編　者：行政院農業委員會農業試驗所

發行人：林俊義

發行所：行政院農業委員會農業試驗所

地　址：台中縣霧峰鄉413萬豐村中正路一八九號

網　址：http://www.tari.gov.tw

電　話：(04)2330-2301～5

編　輯
印製者：普林特印刷有限公司

地　址：台北縣三重市忠孝路二段三十八巷六號

電　話：(02)29845807

中華民國91年9月出版

Vol. 51, No.3 Sep. 2002

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Estimation of Chemical Components of Pangolagrass Forage from Canopy Spectral Characteristics
..........Fang-Ming Chang, Chwen-Ming Yang, Fu-Hsing Hsu and Kuo-Yuan Hong··· 1

Screening the Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Germplasm for Resistance to Pod Rot Disease ....Kin-Hsing Yang,Wen-Long Tsaus,Guang-Jauh Shieh, Chan-Lee Ho, Jhi-Nong Tsai,Chien-Yih Lin and Fu-Sheng Thseng···12

The Influence of Phosphate on the Spore Germination and Hyphal Growth of Arbuscular Mycorrhizal Fungi
....Su-Chen Lin and Chi-Guang Wu···20

A Preliminary Investigation on Plant-Parasitic Nematodes at Kinmen
..................Diann-Yih, Chen Yu-Shyh Lee, Jyh-Herng Yen and Tung-Tsuan Tsay···31

The Amount of Diet Suitable for Rearing Rice Moth, *Corcyra cephalonica* Stainton
....Tze-Kann Wu···39

Chrysomelidae (Insecta: Coleoptera) from Kinmen
....Hsien-Tzung Shih, Chyi-Chen Ho and Wen-Jer Wu···45

Insects Pests and Their Injuries and Control on Longan in Southern Taiwan
..............Hung-Chich Wen, Feng-Ming Lu, Hsiou-Hwa Hao and Tsung-Dao Liou···56

Studies on the Application of Commercial Yeast for the Manufacturing of Grape Wine
....Shu-Hui Yang and Hung-Chich Wen···65

Published by
THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE,
COUNCIL OF AGRICULTURE
Taichung, Taiwan, Republic of China

ISSN 037
GPN025263
定價：新臺幣